

**Der Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien
und Modellwerkstoffe auf die
Paßgenauigkeit von MOD-Gußfüllungen**

von

SCHAHEN OWASSAPIAN

Mainz 1964

Aus der Konservierenden Abteilung (Leitung: Prof. Dr. J. Kluczka)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. F. Jung) der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

DER EINFLUSS
VERSCHIEDENER ABDRUCKMATERIALIEN UND MODELLWERKSTOFFE
AUF DIE PASSGENAUIGKEIT VON MOD-GUSSFÜLLUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde an der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz
vorgelegt von
SCHAHEN OWASSAPIAN
Zahnarzt
aus Arak/Iran

1964

Dekan: Professor Dr. K. Thomsen

Referent: Professor Dr. Dr. P. Rieth

Korreferent: Professor Dr. J. Kluczka

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Mai 1964



MEINER LIEBEN FRAU

GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Problemstellung	1
Durchführung der Versuche	12
Tabellen I - LII	16
Auswertung der Tabellen	41
Diskussion der Ergebnisse	44
Zusammenfassung	45
Literaturverzeichnis	47

PROBLEMSTELLUNG

Das Verfahren, kariös zerstörte Zähne durch Gußfüllungen zu versorgen, ist nicht neu. Schon im Jahre 1876 stellte AUGILHON DE SARRAN (zit. n. SCHILLING, K., 1953) die erste gegossene Einlagefüllung nach einem Wachsmodell her. Aber erst kurz nach der Jahrhundertwende wurde die Gußtechnik durch OLLENDORFF (Einbettungsverfahren), TAGGART (Gußverfahren unter Druck) und JAMESON (Zentrifugalguß) (zit. n. HARNDT, E., 1953) auf ihren jetzigen Entwicklungsstand gebracht.

Während des Zweiten Weltkrieges gossen amerikanische zahnärztliche Laboratorien kleine, sehr komplizierte Teile für Flugzeugmotoren mit einer Toleranz von nur 0,07 mm, wie BONSACK (zit. n. SCHILLING, K., 1953) berichtet.

Diese Mitteilung läßt die Vermutung aufkommen, die zahnärztliche Gußtechnik wäre vollkommen. Zieht man in Betracht, daß die Schleudergußmethode erst seit Beginn dieses Jahrhunderts Verwendung findet, so ist ihre Vervollkommnung in der Tat erstaunlich.

Leider genügt aber ein kurzer Blick in unsere Laboratorien, um zu erkennen, daß Korrekturen der Gußobjekte unter Verwendung von Bohrer und Schleifstein oft notwendig sind. Dem Guß folgt also meist noch eine Ausarbeitung, ein Zeichen dafür, daß Modell und Gußstück nicht identisch sind.

Der Komplex "Gußfüllung" und "Zahnärztliche Gußverfahren" läßt sich in einzelne Abschnitte etwa folgendermaßen aufgliedern:

- I. Vor- und Nachteile der Gußfüllungen,
- II. Präparationstechnik,
- III. Technik der Modellherstellung,
- IV. Technik der Wachsverarbeitung und Ansetzen der Gußkanäle,
- V. Technik der Einbettungsverfahren und
- VI. Schmelz- und Gußverfahren.

Zu I. Die Vor- und Nachteile der Gußfüllungen kennt man aus Literatur und Praxis. Sie sollen hier kurz aufgeführt werden:

a) Vorteile:

1. Schutz gegen sekundäre Karies
2. Parodontal-Prophylaxe
3. Schaffung von einwandfreien Kontaktflächen
4. Möglichkeit zur Herstellung von großen Konturfüllungen, Ecken-
aufbauten und anatomisch einwandfreien Formen

5. Stützung der schwachen Zahnwände
6. Widerstandsfähigkeit gegen starke Belastungen durch den Kaudruck.

b) Nachteile:

1. Zeitraubender Arbeitsaufwand
2. Voraussetzung manueller Geschicklichkeit
3. Kosmetische Rücksichten (HARNDT, E., 1953)

Zu II. Bei der Präparationstechnik finden die Regeln von BLACK, G.V. (1914) sowie die Modifikationen von ADLER, P. (1954) und vieler anderer Autoren Anwendung, die an dieser Stelle nicht besonders hervorgehoben werden sollen.

Zu III. Die Grundbedingung für die Herstellung guter Einlagefüllungen ist neben der exakten Präparation das einwandfreie Abdruckverfahren. Während die Herstellung des Gußmodells direkt im Munde (direkte Methode) erfolgen kann, läßt es sich aber auch durch das Zwischenschalten von Abdrücken und Modellen auf indirektem Wege (indirekte Methode) außerhalb des Mundes im Laboratorium ausführen; letztere Methode hat den Vorteil, daß weder Speichel noch Unruhe des Patienten die Arbeit behindern. Die approximalen Füllungsteile können auf dem zerlegten Modell besser kontrolliert werden. Die Ausarbeitung und Politur läßt sich außerhalb des Mundes durchführen. Durch Einschaltung von Arbeitsmodellen erhöhen sich andererseits die Fehlerquellen und die Gesamtarbeitszeit. Trotzdem läßt sich die Methode nicht umgehen, wenn es sich um die Modellierung komplizierter, umfangreicher oder schwieriger Präparationen handelt, die im Munde nur schwer durchführbar sind.

Vorliegende Arbeit versucht mit Hilfe exakter Meßmethoden auftretende Fehlerquellen auszuschalten und Hinweise für deren Vermeidung zu geben. Für die indirekte Methode der Abdrucknahme präparierter Kavitäten werden am häufigsten Kupferringe oder Metallkapseln in einer dem Zahnumfang entsprechenden Größe verwendet, die, mit thermoplastischen Abdruckmassen gefüllt, über den Zahn gepreßt werden. Es ist dies die bekannte und häufig geübte Methode des Kupferring-Kerr-Abdruckes, die bis zum Erscheinen gummielastischer Abdruckmassen die ausschließliche Möglichkeit für die indirekte Arbeitsmethode war.

Wenn auch die Entwicklung von Abdruckmaterialien auf Alginatbasis die Abdrucktechnik revolutionierte, so erwiesen sich doch diese Massen als für Kupferring-Abdrücke ungeeignet.

Seit etwa 5 Jahren stehen dem Zahnarzt Kautschukabdruckmassen auf Polysulfid-Kautschukbasis und Silikonkautschukmassen (Siloxane) zur Verfügung. Sie übertreffen in einigen für die zahnärztliche Abdrucktechnik wichtigen physikalischen und mechanischen Eigenschaften die elastischen Massen auf Alginatbasis und die thermoplastischen Abdruckmaterialien. Als meßbare Größen werden dabei bewertet:

1. das Volumenverhalten (Änderung der Dimensionen)
2. die Elastizität
3. die Festigkeit
4. die Abdruckschärfe.

Messungen von ILG, V.K.; SCHWINDLING, R.; MEYER, M.; GRUNWALD, S.; HENKEL, G.; SCHNELL, Richard J. und PHILLIPS, Ralph W. (vgl. Literaturverzeichnis) haben gezeigt, daß bei den gummielastischen Massen die lineare Kontraktion 4 - 5 Tage nach der Abbindung (Übergang vom Sol-Zustand in den Gel-Zustand durch Vernetzung) in Luft nur ca. 0,1% beträgt, während bei Alginaten - je nach Aufbewahrungsmilieu - schon nach 4 bis 5 Stunden in wässriger Lösung Volumenänderungen von + 2% bis + 3 % und in Luft von mehr als -5% gemessen wurden.

Der Gewichtsverlust betrug bei Siliconmassen im Höchstfall 2,4% gegenüber 50% bei Alginaten nach 25 Stunden Lagern an Luft (EFFINGER, A., 1958). Ein besonderer Vorteil der gummielastischen Massen auf Siliconbasis wurde in ihrem elastischen Verhalten bei relativ großer Festigkeit gesehen (HENKEL, G., 1955 und MEYER, H., 1956).

Die Abdruckmaterialien auf Siliconbasis enthalten als Grundkörper ein hochpolymeres Dimethylpolysiloxan:



Es wird hergestellt durch katalytische Polykondensation eines Siliconöls, das sich durch Hydrolyse aus hochgereinigtem Dimethyldichlorsilan gewinnen läßt (WEICK, M. und DIETZ, W., 1954).

Die Verarbeitung geschieht in der Weise, daß die hochviskose Masse mit einer Flüssigkeit, dem Vernetzungskatalysator, angeteigt wird. Dabei bestimmt die Menge des Katalysators die Geschwindigkeit, mit der die Masse in den gummielastischen Zustand übergeht.

Eine der günstigsten Eigenschaften der Siliconelastomeren ist ihre Temperaturunempfindlichkeit, wodurch sie für die zahnärztliche Technik sehr wertvoll werden. Die geringe Abhängigkeit der Elastizität sowie des Volumens von der Temperatur bietet große Vorteile gegenüber anderen, temperaturempfindlichen Massen (z.B. Xantgen- und Kerr-Masse).

Silikonkautschuk erwies sich im Tierexperiment als physiologisch inert, J.D.B. MacDOUGALL (zit. n. EFFINGER, A., 1958).

Dies darf einerseits darauf zurückgeführt werden, daß die CH_3 -Gruppen durch Einbezogenheit in das Kraftfeld der SiO -Bindungen im Gewebsumfeld der Oxydation und anderer chemischen Reaktionen unzugänglich sind. Andererseits enthält Silikonkautschuk keine Weichmacher, Antioxydantien oder sonstige toxische Zusätze, die das Gewebe stets mehr oder weniger irritieren.

Die im Handel befindlichen kautschukelastischen Abdruckmassen auf Siliconbasis enthalten neben anorganischen Füllkörpern noch Farbzusätze und Geschmackskorrigentien.

Für die Abdrucknahme und das Ausgießen des Abdrucks ist das Volumenverhalten nach der Abbindung sowie die plastische bzw. elastische Deformierbarkeit der Masse von Bedeutung. Die Deformation kann durch Zug- oder durch Druckkräfte bewirkt werden. Diese Unterteilung ist wichtig, weil beide Kräfte bei der Abdrucktechnik auftreten.

Beispielsweise werden durch die Hebelbewegungen beim Herausnehmen eines bereits abgebundenen Abdruckes die basalen Partien durch Druckkräfte und die seitlichen Wände mehr durch Zugkräfte beansprucht. Beim Ausgießen werden hauptsächlich nur Druckkräfte auftreten (EFFINGER, A., 1958).

Die kautschukelastischen Massen gehen beim Abbinden vom Zustand der plastischen (irreversiblen) Deformierbarkeit in den der elastischen (reversiblen) Deformierbarkeit über, deren zeitliche Abhängigkeit für die Abdrucknahme besonders interessiert.

Das elastische Verhalten der Siliconmassen kann anhand der Druck- oder der Zugdeformation (Kompression oder Dehnung) gemessen werden. Bei den Messungen der Druckdeformation fand HOUWINK (zit. n. EFFINGER, A., 1958) innerhalb des reversiblen Deformationsbereiches einen zweiphasigen Rückgang in den Ausgangszustand (1. spontan-elastische Rückfederung, 2. elastische Nachwirkung).

Bei den Messungen von EFFINGER, A. (1958) wurden die durch Zugkräfte aufgetretenen reversiblen und irreversiblen Deformationen, besonders auch nach

extrem kurzen Lagerzeiten, bestimmt. Damit war die Möglichkeit gegeben, den Übergang vom Sol- in den Gel-Zustand zu verfolgen. Das Volumenverhalten wurde kurz nach dem Übergang in den Gel-Zustand in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt.

Die von EFFINGER, A. (1958) verwendete Auftriebsmethode nach ARCHIMIDES erlaubte es, gleichzeitig das Gewichtsverhalten zu verfolgen. Dadurch ließen sich die als Gas oder Dampf verschwindenden Komponenten (Lösungsmittel, Geschmackskörper) quantitativ erfassen, so daß Rückschlüsse auf die Ursachen der Kontraktion bzw. Expansion gezogen werden konnten.

Die Bestimmung des Volumen- und Gewichtsverhaltens der Silicon-haltigen Massen ergab - im Gegensatz zu den Messungen von HENKEL - nach 3 Tagen Lagerzeit an der Luft Abweichungen von den Ausgangswerten von -1,5 bis -3,0% für das Volumen und von -0,6 bis -1,6% für das Gewicht. Auch bei Lagerzeiten von nur 12 Stunden resultierten bereits Volumenabnahmen von etwa 0,5 bis 1,0% und Gewichtsabnahmen von etwa 0,3 bis 0,7%.

Ein besseres Verhalten zeigten die Abdruckmassen bei Lagerung in Aqua dest. Sowohl die prozentuale Gewichtsabnahme als auch die prozentuale Volumenabnahme verläuft dann praktisch wie bei der ungefügten Siliconstreichmasse, deren Werte für die Volumenabnahme im Mittel um etwa 1/3 und für die Gewichtsabnahme im Mittel um etwa 1/2 tiefer liegen (EFFINGER, A., 1958).

Um zu vermeiden, daß die Oberfläche des durch Ausgießen des Abdrucks erhaltenen Gipsmodells durch unabgebundene Katalysatorflüssigkeit erweicht und bröckelig wird, empfiehlt EFFINGER, A. das Eintauchen des frisch gewonnenen Abdruckes in 70%igen Alkohol während 1 bis 2 Sekunden. Anschließend wird derselbe dann im Preßluftstrom während 2 bis 3 Minuten trocken geblasen und mit Modellmasse blasenfrei ausgegossen. Die an das Modell zu stellenden Bedingungen sind: Härte, Genauigkeit und Formkonstanz.

Zu IV. Aus der Literatur geht hervor, daß die gebräuchlichen natürlichen Wachse aus etwa 25% Carnaubawachs, 60% Paraffin, 5% Stearin und 10% Bienenwachs zusammengesetzt sind. Das Wachs soll knapp über Mundtemperatur verformbar und bei 37°C formbeständig sein. Es soll bei Mundtemperatur mit dem Messer modellierbar sein und scharfe Abdrücke ergeben. Eine Kontrastfarbe ist erwünscht, damit sich das Wachs leicht vom Zahn und Zahnfleisch unterscheiden läßt. Die Wärmeexpansion muß bekannt sein (WEIKART, F., 1959). Außerdem soll das Wachs sich rückstandslos aus der Gußform entfernen lassen.

Für uns interessant sind die Formveränderungen, die

1. auf die Instabilität des Wachses,
2. auf Temperatureinflüsse und die Elastizität,
3. auf die mechanischen Einflüsse,
4. auf Einwirkungen durch die Adhäsion des Wachses an den Kavitätenwänden

zurückgehen.

Zu 1: Anschaulich ist der Versuch, wie sich ein zum Hufeisen gebogenes Wachsstück wieder aufzurichten sucht. Auf diese latente Elastizität weist WEISS (1932) hin. Er sieht sie als Ausdruck der teils amorphen, teils kristallinen Struktur des Wachses an.

Zu 2 und 3: LUTZ (1932) gibt Schwankungen von 0,4 bis 0,65% für die lineare Kontraktion bei einer Abkühlung von 40°C auf 10°C an. Für BONSACK (1953) ist die Wachsexpansion in Wirklichkeit eine Deformation, wie auch MAVES und LASATER (zit. n. SCHILLING, K., 1953) ihre Anwendung zur Kompensation der Metallkontraktion für unmöglich erachten.

VAN HORN, PRICE und TAGGART (zit. n. RAU, G., 1949) haben ebenfalls auf die latente Elastizität des Wachses hingewiesen. SCHUBERT schreibt in seiner Monographie unter Angabe zahlreicher weiterer Autoren (wie SOLBRIG, MEYER, MAVES, zit. n. RAU, G., 1949) zusammenfassend:

"Flüssig in die Kavität eingetropftes Wachs ist entspannt, besitzt aber große Kontraktionswerte (nach den Arbeiten des Bureau of Standards bei Abkühlung von 40°C auf 28°C sogar 0,7 bis 0,8%), knetbares Wachs dagegen weist kleine Kontraktionswerte auf, kann aber infolge seiner inneren Spannungen Verziehungen erfahren." Er schlägt vor, knetbares Wachs in die Kavität einzupressen und dann zur Entspannung durchzuschmelzen. Die Abkühlung von Mund- auf Zimmertemperatur soll durch Einbetten in eine mit 50°C bis 60°C warmem Wasser angerührte Einbettmasse bis zum Abbinden überbrückt werden.

Die neuesten Untersuchungen zeigen jedoch, daß die Kontraktion des Wachses um so größer ist, je höher das Wachs über seine Arbeitstemperatur hinaus erhitzt wird. Unter Arbeitstemperatur versteht man die Temperatur, die erforderlich ist, um eine bestimmte Wachssorte in ihren plastischen Zustand zu bringen. Das Wachs wird nicht im flüssigen, sondern im plastischen Zustand verarbeitet. Die Arbeitstemperatur der gebräuchlichen Modellierwachs liegt zwischen 50°C und 55°C. Um das Wachs auf Arbeitstemperatur zu bringen, wird es in einem Wasserbad mit der gewünschten Temperatur in den plastischen Zustand gebracht und in die Kavität gedrückt. Es wird darin so lange

festgehalten, bis es hart geworden ist. Die Modellierung einer Gußeinlage soll nach Möglichkeit nur durch Schaben geschehen. Die im Wachsojekt durch das Eindringen und Verformen entstandenen Spannungen müssen vor dem Einbetten ausgeglichen werden. Es wird deshalb das modellierte Gußobjekt nach dem Ansetzen des Gußkanals noch auf dem Modell 10 Minuten in ein ca. 30°C bis 35°C warmes Wasserbad gebracht. Dadurch wird das Wachs zum größten Teil von seinen inneren Spannungen befreit (KUBASCH, W., 1961).

Über das Ansetzen der Gußkanäle - sowohl in bezug auf Lage als auch auf Durchmesser und Richtung - und über ihren Einfluß auf die Qualität der Gußobjekte sind in den letzten Jahren im Ausland und in Deutschland zahlreiche Untersuchungen vorgenommen worden, die allesamt zeigten, daß diesem Problem eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt (WETTERSTRÖM, E.T., 1959; Degussa-Brief Nr.30). Der geringste Durchmesser eines Gußkanals sollte 1,5 mm betragen. Außerdem muß bei der Verwendung dieser verhältnismäßig dünnen Gußstifte stets ein genügend großer verlорener Kopf angesetzt werden. Die Gußkanäle sollten so angesetzt sein, daß die Schmelze ohne schroffe Richtungsänderung in den Hohlraum einfließen kann. Am wichtigsten ist jedoch, die Schmelze immer von dickeren zu dünneren Partien fließen zu lassen, nie umgekehrt.

Bei Untersuchungen über die Frage des Einflusses der Richtung des Gußkanals und der Wahl seiner Ansatzstelle auf die Paßgenauigkeit von MOD-Gußfüllungen, die aufgrund einer Veröffentlichung von WETTERSTRÖM, E.T. (1959) durchgeführt wurden, wurden bei einem MOD-Gußobjekt 2 Gußkanäle von 2,5 mm Durchmesser ohne verlорenen Kopf an der mesialen und distalen Kante der Occlusalfläche so angesetzt, daß sie sich über der Occlusalfläche in einem Abstand von ca. 7 mm trafen. Die Gußfüllungen zeigten beim Aufsetzen auf das Modell eine sehr gute Paßgenauigkeit (DEGUSSA-BRIEF Nr.30).

Zu 4: SION HAN (zit.n.RAU, G., 1949) weist auf die Adhäsion oder das Kleben des Wachses an den Kavitätenwänden hin, die er durch Isolierung mit einer dünnen Vaselineschicht ausgeschaltet wissen will. SOLBRIG stellte jedoch fest, daß die Abkühlungskontraktion ohne Isolierschicht bedeutend geringer ist.

Zu V: Ein anderer Faktor zur Erzielung einwandfreier Gußobjekte ist die Verwendung geeigneter Einbettungsmassen (Berücksichtigung der Abbinde- und thermischen Expansion) und die Wahl der Einbettungsart.

Die beiden Hauptbestandteile der Einbettungsmassen sind Quarz bzw. Cristobalit und Gips. Gips geht bei Wasseraufnahme in Dihydrat über. Hierbei erfährt er eine Expansion, die zwischen 0,1 und 1,0% schwankt. Der Quarz und seine Modifikationen verhalten sich jedoch bei diesem Vorgang völlig passiv. Anders ist es bei der Erwärmung. Hier erreicht der Quarz bei 600°C eine lineare Expansion von 1,4%. Cristobalit expandiert schon unter 400°C um 1,6%, während der Gips nur eine geringe Ausdehnung hat. Sie erreicht 0,15% bei 150°C, dann fällt sie ab und ist bei 250°C 0%. Die nun beginnende Kontraktion beträgt bei 550°C 1,9%.

Diese Schrumpfung ist nach REBEL (zit. n. SCHILLING, K., 1953) auf den Verlust des freien Wassers und eines Teils des Kristallwassers zurückzuführen. Durch die richtige Wahl des Mischungsverhältnisses zwischen Gips und Quarz bzw. Cristobalit erzielt der Hersteller die gewünschte Gesamtexpansion. Darüber hinaus wird die thermische Expansion weitgehend durch das Wasser/Pulver-Mischungsverhältnis beeinflusst. Je dünner die Einbettungsmasse, um so geringer ist die thermische Expansion (HEHRING, H., 1960). Das Verhalten einer Einbettungsmasse ist demnach von dem Mischungsverhältnis ihrer Komponente abhängig.

Die Abbindeexpansion ist um so größer, je höher der Gipsanteil der Einbettungsmasse ist. Sie wird durch die Gipsart beeinflusst. Die thermische Expansion ist um so größer, je höher der Quarzanteil der Einbettungsmasse ist. Außerdem steht die thermische Expansion einer Einbettungsmasse in direkter Beziehung zur verwendeten Quarzsorte (HEHRING, H., 1960). Deshalb sollte man beim Einbetten von Präzisionsgußobjekten mit großer Vorsicht und Überlegung vorgehen, weil durch die Art der Einbettungsmasse - insbesondere durch deren Expansionsverhalten - bereits über Erfolg oder Mißerfolg entschieden wird.

Wichtig ist vor allen Dingen, daß die Einbettungsmasse eine genügend hohe Gesamtexpansion besitzt, um die Schwindung der Edelmetall-Legierungen auszugleichen. Diese Forderung wird leider noch nicht von allen Fabrikaten erfüllt.

Wenn jedoch eine zweckentsprechende Einbettungsmasse zur Verfügung steht, so empfiehlt die DEGUSSA, die modellierten Objekte im Vakuum unter Verzicht auf Kerneinbettungsverfahren einzubetten. Die Einbettungsmasse muß auf alle Fälle in dem vom Hersteller angegebenen Mischungsverhältnis angerührt werden, weil nur dann optimale Ergebnisse zu erwarten sind.

Über den Einfluß des Muffelwerkstoffes auf die Paßgenauigkeit von Güssen sind in der Fachliteratur mehrere Arbeiten zu finden, die im folgenden kurz zusammengefaßt werden.

KLUMPP, D. (1959): "Ziemlich zu gleicher Zeit, aber unabhängig voneinander, kamen HAN und WEISS aufgrund einfacher Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß ein Metallrohr als Gußring unbrauchbar ist und machten verschiedene Verbesserungsvorschläge. HAN hielt den metallenen Gußring als unüberwindbares Hindernis für die Abbindeexpansion der Einbettungsmasse. Aber die Verwendung eines den gleichen Zweck erfüllenden Papierzylinders gewährleistete die Abbindeexpansion. WEISS stellte ebenfalls fest, daß die Abbindeexpansion im metallenen Gußring sich nach innen auswirken müsse. Die gewünschte, mit einer Vergrößerung der Hohlform verbundene Expansion nach außen findet er, wenn zwischen die starre Metallwand des Gußringes und die abbindende Masse ein nachgiebiges Medium gebracht wird. Hierzu verwendet er eine zwei- bis dreischichtige Lage von dickem Krepp-Papier als Innenauskleidung der Muffel.

In Amerika empfiehlt SCHEU einen Wachspapiering als Gußmuffel. Um die Abbindeexpansion ungehindert zu ermöglichen, verwenden von LEDNICZER einen Gummifingerling und FLAUMENHAFT ein Gummirohr mit abnehmbarem Gummiboden zum Einbetten.

Diese Untersuchungen ließen alle die thermische Expansion der Einbettungsmasse unberücksichtigt, obwohl schon damals die Amerikaner (TAYLOR, PFAFFENBARGER und SWEENEY) darauf hinwiesen, daß die thermische Expansion Cristobalit-haltiger Massen größer ist als die von Metallringen. Sie forderten daher, Asbestpappe als Zwischenlage zu verwenden, um eine ungehinderte Expansion der Einbettungsmasse zu gewährleisten. Asbest wurde gewählt, weil ein feuerfestes Material erforderlich ist. (Den Forschern des "Bureau of Standards" wird die Priorität der Verwendung eines Asbestfutters zugeschrieben; allerdings wurde es von ihnen nur zur Sicherstellung einer freien Abbindeexpansion verwendet)."

GERLACH, H. P. (1932) entwickelte eine nachgiebige, aus zwei Teilen zusammensetzbare und verriegelbare Kupfermuffel, die eine Volumenbewegung der Einbettungsmasse mitmachen konnte. DANZ, Chr. (zit. n. KLUMPP, D., 1959) und RIGBERS, W. (1934) verwendeten zum Guß eine Muffel aus Nickel, da dieses Material fast denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat wie ihre Einbettungsmasse.

GEIER, W. (1932) erwähnt als Gußzylinder eine dickwandige Schamottemuffel. Die grobkörnige, poröse Struktur dieses Materials soll der Einbettungs-

masse ausreichende Expansionsmöglichkeiten bieten können. Allerdings gibt er gleichzeitig zu, sich - anhand seiner praktischen Beobachtungen - kein entscheidendes Urteil erlauben zu können. Die Firma DEGUSSA empfiehlt, die Kuvette mit einer Lage feuchter Asbestpappe auszukleiden, um die Abbindeexpansion nach allen Richtungen hin zu ermöglichen.

Damit das Einbettungsmassen-Wasser-Gemisch das Wachsojekt aber auch gleichmäßig benetzt, muß das Letztere vor dem Einbetten mit einem Netzmittel (z.B. Pril^R, Rei^R, Cerolyt^R oder Kerr-Vacufilm^R) pinselt werden.

Wenn zum Einbetten verhältnismäßig kleiner Teile harte Modellgußmassen verwendet werden, so ist darauf zu achten, daß der tiefste Teil des Wachsojektes nur 6 mm vom Boden der Kuvette entfernt ist, damit beim Einschießen der Schmelze die komprimierte Luft noch durch die Einbettmassenschicht hindurchtreten kann. Sollte die Kuvette zu lang sein, so füllt man sie eben nicht bis zum Rand, sondern läßt einfach den oberen Teil der Kuvette frei.

Zu VI: Im folgenden dürfen kurz die physikalischen Eigenschaften der zahnärztlichen Legierungen und ihre Verarbeitung erwähnt werden:

- a) Die Kontraktion des Metalls,
- b) die Oberflächenspannung,
- c) Verhalten beim Schmelzen,
- d) Verhalten beim Erstarren.

Zu a): Die Kontraktion des Metalls läuft in 3 Phasen ab:

1. Thermische Kontraktion des flüssigen Metalls bis zum Erstarrungspunkt,
2. Erstarrungskontraktion,
3. Abkühlungskontraktion vom Erstarrungspunkt bis zur Zimmertemperatur.

Von Bedeutung für den zahnärztlichen Guß ist nur die Abkühlungskontraktion, die ebenso wie die Kontraktion im flüssigen Zustand und die Erstarrungskontraktion von der Art des Metalls abhängig ist. WAGNER, E. (Abb. 9, persönliche Mitteilung) gibt für die Abkühlungskontraktion zahnärztlicher Legierungen Werte von 1,5 bis 1,82% linearer Kontraktion an, was einer Volumenkontraktion von etwa 4,5 bis 5,46% entspricht.

Zu b): Die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten (Schmelze) ist eine Folge der auf jedes Oberflächen-Atom wirkenden, einseitig nach innen gerichteten Anziehung durch die übrigen Atome. Sie ist bestrebt, Körper kleinster Ober-

flächen zu bilden (Kugelgestalt) und setzt der Oberflächenvergrößerung, wie sie beim Ausfließen einer flachen, eckigen Form entsteht, einen Widerstand entgegen. Ihr Wert ist charakteristisch für jedes Metall. Er nimmt mit steigender Temperatur ab.

Zu c): Beim Schmelzen der Metalle kann man auf zweierlei Arten vorgehen:

- α) Mit dem direkten Schmelzverfahren,
- β) mit dem indirekten Schmelzverfahren.

α): Zum direkten Schmelzen der Edelmetall-Legierungen wird die Leuchtgas/Preßluft-Flamme empfohlen. Die Gußplättchen sollen dabei in der reduzierenden Zone der Flamme verflüssigt werden.

Diese Zone findet man sehr einfach dadurch, daß der Abstand der Flamme zur Küvettenmulde variiert wird. Wird die Flamme zu dicht herangeführt, so zeigt sich auf der sonst glühenden Einbettungsmasse ein dunkler Fleck. Wird der Abstand vergrößert, dann glüht die Einbettungsmasse hell auf und die Schmelze spiegelt. Das ist die richtige Einstellung. Bei zu großem Abstand glüht die Einbettungsmasse zwar auch, aber die Schmelze überzieht sich mit einer Oxydhaut. Beim direkten (offenen) Schmelzen sollte die flüssige Legierung mit verkleinerter Flamme noch 3 Sekunden weiter erhitzt und dann geschleudert werden.

β): Wesentlich sicherer ist das indirekte Schmelzen, z.B. unter Verwendung der gas- oder elektrisch beheizten DEGUSSA-Tiegelschleuder (Abb. 7). Dabei werden die Gußplättchen nicht direkt von der Flamme berührt, sondern in einem Kohletiegel verflüssigt, so daß die Legierung durch Oxydation, Gasaufnahme oder Überhitzung nicht geschädigt werden kann. Die flüssige Legierung wird in diesem Falle 10 Sekunden weiter erhitzt.

Zu d): Um beim Erstarren ein möglichst feinkörniges, homogenes Gefüge zu erhalten, ist es erforderlich, die Schmelze möglichst wenig zu überhitzen und die Vorwärmtemperatur der Gußform möglichst niedrig zu wählen. Zum vollständigen Ausfließen der Form ist ein Überhitzen der Schmelze aber bisweilen unumgänglich, denn mit steigender Temperatur verbessert sich ihr Formfüllvermögen, ihre Viskosität und ihre Oberflächenspannung nehmen ab. Außerdem muß die Temperatur der Gußform so hoch gewählt werden, daß durch die thermische Expansion der Einbettmasse die Schwindung bei der Abkühlung der Legierung kompensiert wird (WAGNER, E., 1960).

Doch auch die heute üblichen Dentalgoldlegierungen mit ihren Zusätzen an Platin und Platinmetallen, wie z.B. die Degulor-Legierungen (DEGUSSA),

ergeben bei stärkerer Überhitzung und höherer Vorwärmtemperatur im Gegensatz zu den karatgebundenen Legierungen noch ein genügend feinkörniges Gefüge. Bei gleicher Überhitzungszeit haben Gußobjekte aus Degulor stets eine wesentlich höhere Kornzahl als solche aus ternären Goldlegierungen.

Nach dem Guß sollte die Küvette niemals abgeschreckt werden, weil sich das Gußobjekt durch die plötzliche und ungleichmäßige Abkühlung verziehen kann. Bei ungleichmäßiger Abkühlung wird das Gußgefüge inhomogen.

DURCHFÜHRUNG DER VERSUCHE

Wie aus der Literatur ersichtlich ist, wurden den zahnärztlichen Abdruck- und Modellwerkstoffen und ihrem Einfluß auf die Paßgenauigkeit von Gußfüllungen mehrfach Beachtung geschenkt und Untersuchungen in dieser Richtung unternommen (vgl. u. a. die letzten Untersuchungen von STÜBEN, J. und HOPPE, W.F., 1961). Die folgenden umfangreichen Untersuchungen sollen zur weiteren Klärung der Frage, welche Abdruck- und Modellmaterialien zur Herstellung präziser Gußfüllungen geeignet sind, beitragen.

Als Phantommodell diente ein Stahlkörper, der mit einer schematischen MOD- (mesial-occlusal-distal) Kavität versehen war. Von diesem Stahlkörper wurde mit Hilfe eines genormten Stahlöffels Abdruck genommen. Die aus 2,5 mm dickem Stahl hergestellte Wand des Abdrucklöffels wird durch die auf ihn einwirkenden Kräfte im Verlauf der einzelnen Arbeitsphasen mit Sicherheit nicht deformiert (vgl. Abb. 1, 2, 3). Zwischen Löffelwand und Modell verbleibt dann allseitig ein etwa 3 mm starker Raum, der bei der Abdrucknahme von der elastischen Masse ausgefüllt wird. Die besondere Form des Abdrucklöffels verfolgt den Zweck, die im Munde vorliegenden Verhältnisse bei dem Doppelabdruckverfahren nachzuahmen.

Es wurden folgende Abdruckmassen untersucht:

- 1) Kerr Impression Compound No. 2 Soft Green (Firma Kerr Mfg Company, Detroit 8/Michigan)
- 2) Silone (Firma Detax-Dental, Karlsruhe)
- 3) Sta-Seal (Firma Dentax-Dental, Karlsruhe)
- 4) Impressional (Firma Bayer, Leverkusen)
- 5) Lastic-55-3C (Firma Kettenbach, Wissenbach/Dillkreis (Hessen)).

Mit jeder dieser 5 Abdruckmassen wurden je 50 Abdrücke genommen und jeweils 10 davon mit den folgenden 5 Modellgipsmassen ausgegossen:

- A) Moldano Hartgips (Firma Bayer, Leverkusen)
- B) Moldaroc Hartgips (Firma Bayer, Leverkusen)
- C) Duroc Hartgips (Fa. Ransom & Randolph, Toledo/Ohio - USA)
- D) Modellzement (Firma Jota, Dental- und Schleifmittel GmbH., Düsseldorf)
- E) Präzisions-Modellmasse (Firma V.S. Gallé, St. Georgen/Schwarzwald).

Insgesamt wurden also 250 Modelle angefertigt.

Verarbeitung von A:

20 g Moldano Hartgips wurden mit Wasser im Verhältnis 100g/30 ccm (Pulver/Wasser) angerührt und in den Doppelabdruck einvibriert. Nach 30 Minuten wurde der Abdruck vom Modell abgelöst. Auf die gleiche Art wurden 50 Modelle hergestellt, welche 90 Minuten lang zur endgültigen Aushärtung stehen gelassen wurden.

Verarbeitung von B:

Wie bei A) wurden 50 Modelle aus Hartgips Moldaroc im Verhältnis 120g/30 ccm (Pulver/Wasser) hergestellt.

Verarbeitung von C:

Ebenso wie bei A) und B) wurden 50 Modelle aus Hartgips Duroc im Verhältnis 120 g/20 ccm (Pulver/Wasser) hergestellt.

Verarbeitung von D:

Es wurden 50 Stümpfe aus Jota-Modellzement hergestellt. Das Pulver wurde mit der Flüssigkeit auf einer Glasplatte nach der von der Firma angegebenen Gebrauchsanweisung zusammengemischt. Der Abdruck mußte so rasch wie möglich ausgefüllt werden, da der Zement schnell abbindet und die Konsistenz des Jota-Modellzementes zu fest ist. Er eignet sich nicht für die gummielastischen Abdrücke. Ändert man die Konsistenz nach dem Flüssigen hin, d.h. weniger Pulver und mehr Flüssigkeit, so ergeben sich im Modell Risse.

Verarbeitung von E:

Es wurden ebenso 50 Stümpfe aus Gallé-Präzisionsmasse hergestellt. Das Pulver wurde mit der Flüssigkeit auf einer Glasplatte unter Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung zusammengemischt und in den Abdruck einvibriert. Nach 60 Minuten wurde jeder Stumpf vom Abdruck abgelöst, getrocknet und

10 Minuten ins Härtebad gelegt. Nach Herausnehmen der Stümpfe aus dem Härtebad mußten sofort die wichtigsten Stellen kräftig ausgeblasen werden, was gewisse Schwierigkeiten machte. Die Stümpfe erwiesen sich als gute, kantenfeste Modelle.

In die mit Kerr-Microfilm isolierte MOD-Kavität der entsprechenden Modelle wurde im Wasserbad (s. Abb.4, rechts) bei 50 bis 55°C erweichtes S.S.-White-Blauwachs der Firma S.S. White Dental Mfg. Co., Philadelphia, Pa., USA, eingedrückt und bis zur Erstarrung unter Druck gehalten. Dann wurde durch Schaben eine schematische MOD-Gußfüllung modelliert. Es wurde je 1 Wachsstift von 2,5 mm Durchmesser als Gußkanal an der mesialen und an der distalen Kante der Occlusalfläche so angesetzt, daß sie sich über dem Zentrum der Occlusalfläche in einem Abstand von ca. 10 mm trafen.

Das modellierte Wachsojekt wurde anschließend noch auf dem Modell für 10 Minuten in ein Wasserbad von 30° bis 35°C (Abb.4, links) zur Entspannung eingelegt. Unmittelbar danach wurde das Objekt im Vakuum unter Vibration (s. Abb.5) nach vorheriger Entspannung der Oberfläche mit Kerr-Vacuumfilm in eine mit feuchtem Asbestpapier ausgekleidete Remanit-Küvette eingebettet. Bei sämtlichen Versuchen wurde als Einbettungsmasse das Fabrikat Kompens der Firma Dentaureum, Pforzheim, in einem Mischungsverhältnis von 100 Teilen Pulver zu 36 Teilen Wasser verwendet.

Für diese Einbettungsmasse wurden vom Hersteller folgende Werte angegeben:

Abbindeexpansion	0,32% linear,
thermische Expansion	1,20% linear.

Eine Steigerung der Expansionswerte durch Kerneinbettung sei nicht erforderlich.

30 Minuten nach dem Anrühren der Einbettungsmasse wurde das Wachs in einem gasbeheizten Ofen in einer Zeit von 45 Minuten bei einer Temperatur von ca. 250°C ausgetrieben. Danach wurde die Gußküvette in den auf 700°C aufgeheizten Elektroofen (s. Abb.6) gelegt und dort 30 Minuten belassen. Das Gießen der MOD-Gußobjekte geschah mittels der elektrisch beheizten DEGUSSA-Tiegelschleuder (s. Abb.7). Von den jeweils 10 Wachsojekten, die von den mit den gleichen Ausgangsmaterialien (Abdruckmasse und Modellgips) hergestellten 10 Arbeitsmodellen gewonnen worden waren, wurden die ersten 5 MOD-Gußobjekte aus der Phantomlegierung und die restlichen 5 MOD-Gußobjekte aus der Legierung Duallor G der Firma DEGUSSA gegossen. Die Güsse wurden mit der bereits beschriebenen elektrisch beheizten DEGUSSA-



Abb. 1 : Stahlmodell mit Löffel, zerlegt



Abb. 2 : Stahlmodell und Löffel



Abb. 3 : Stahlmodell mit Abdrucklöffel
und Abdruckmasse

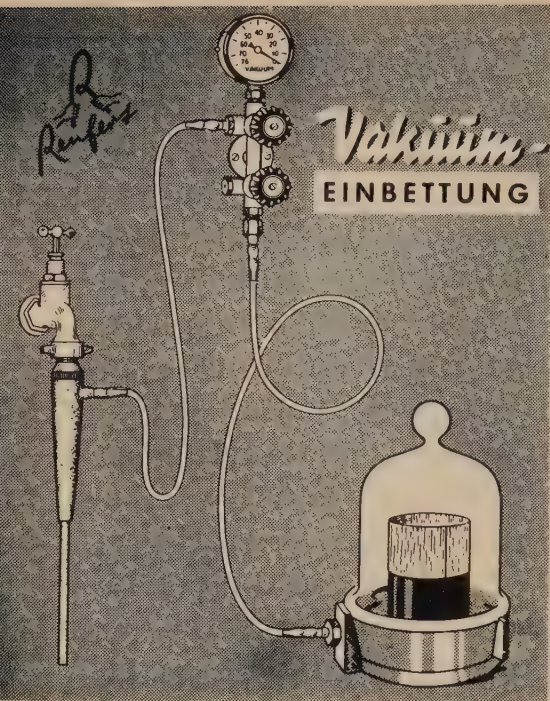
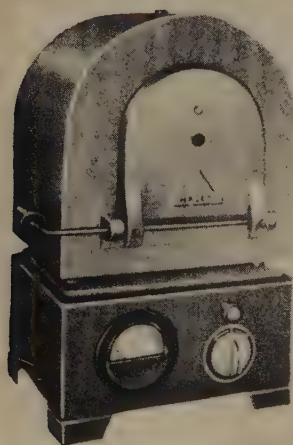


Abb. 4 : Wasserbad



Abb. 5 : Vakuum-Einbettungsgerät

Abb. 6 : Vorwärmeofen mit Dentaregler



LR



LD

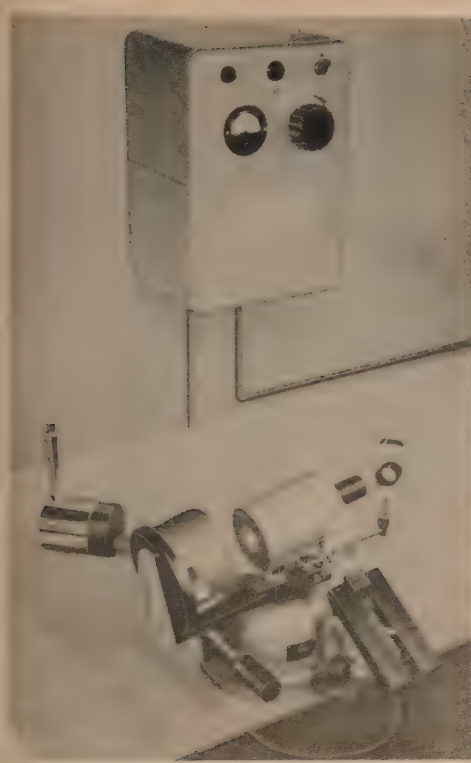


Abb. 7 : DEGUSSA-Tiegelschleuder
mit Elektro-Schmelzanlage

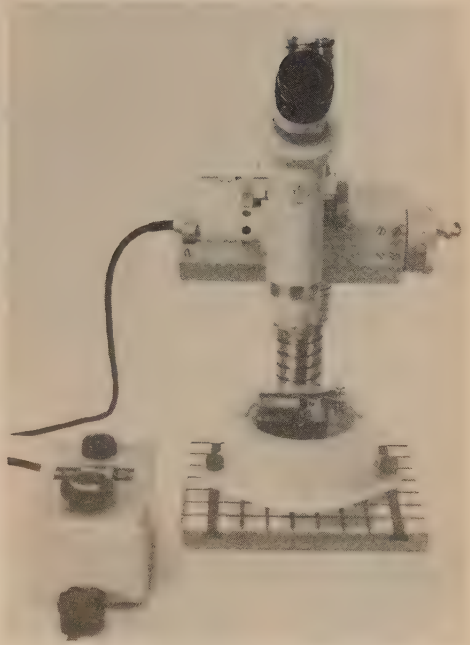


Abb. 8 : Meßmikroskop (Carl Zeiss)

Werkstoff	Schmelzbereich in °C	Schwindmaß in % (Invar-Form)	Lineare thermische Ausdehnung in %	Mittlerer therm. Ausdehnungskoeffizient $\times 10^6$
Feingold	1083	1,82	1,78	16,4
20Kt Gold	955-900	1,65	1,55	16,2
18Kt. m. 5%Pt	940-870	1,7	1,6	18,4
Degulor A	1080-990	1,6	1,6	15,8
Degulor i	1180-1070	1,7	1,6	14,7
Degulor B	1040-960	1,6	1,5	15,7
Degulor S	990-910	1,5	1,5	16,4
Degulor C	920-860	1,5	1,5	17,6
Degulor M	970-900	1,6	1,6	17,6
Wagner 1959	Schwindmaße verschiedener Gußlegierungen			861 

Abb. 9 : Schwindmaße verschiedener Gußlegierungen
(noch nicht veröffentlichte Messungen der
Firma DEGUSSA / Pforzheim)

VERSUCH I
Phantom - Metall

Abb. 10 : Arbeitsmodelle mit gegossenem MOD (Kerrabdruck)
Von links nach rechts: A=Moldano, B=Moldaroc,
C=Duroc, D=Jota, E=Gallè



A

B

C

D

E

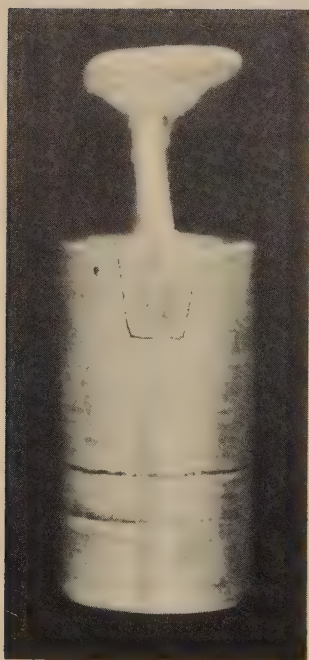


Abb. 11
MOD-Guß auf Stahlmodell (A)

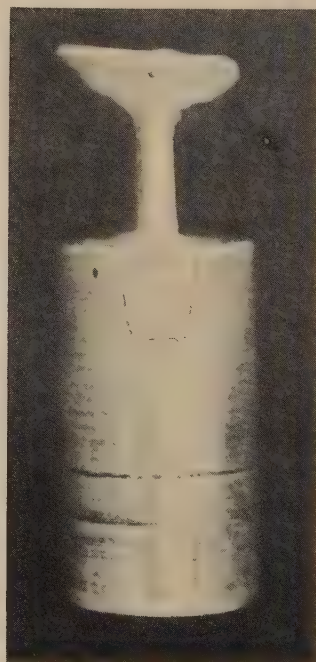


Abb. 12
MOD-Guß auf Stahlmodell (B)

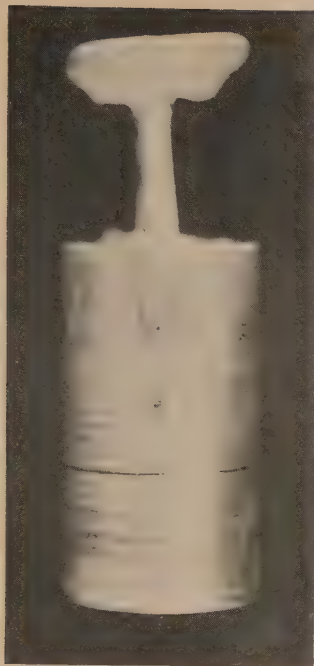


Abb. 13
MOD-Guß auf Stahlmodell (C)

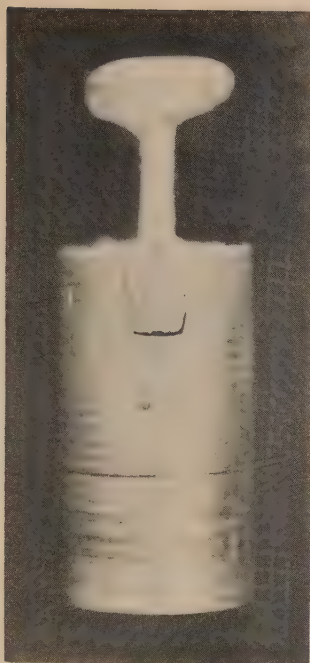


Abb. 14
MOD-Guß auf Stahlmodell (D)

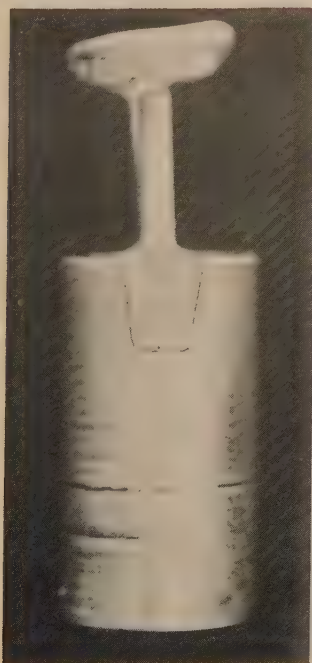


Abb. 15
MOD-Guß auf Stahlmodell (E)

VERSUCH II
Duallor G

Abb. 16 : Arbeitsmodelle mit gegossenem MOD (Kerr-Abdruck)
Von links nach rechts: A=Moldano, B=Moldaroc,
C=Duroc, D=Jota, E=Gallé

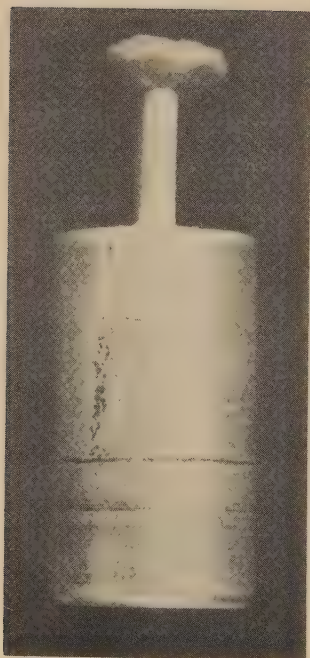
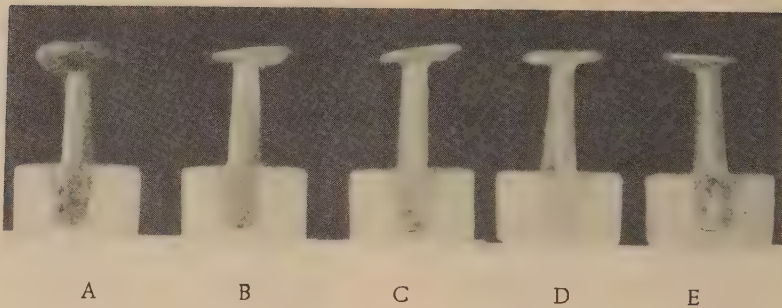


Abb. 17
MOD-Guß auf Stahlmodell (A)

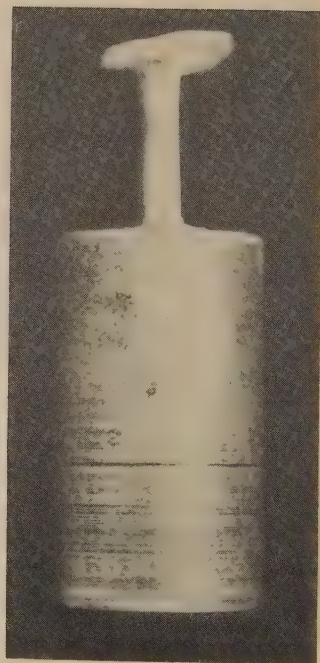


Abb. 18
MOD-Guß auf Stahlmodell (B)



Abb. 19
MOD-Guß auf Stahlmodell (C)

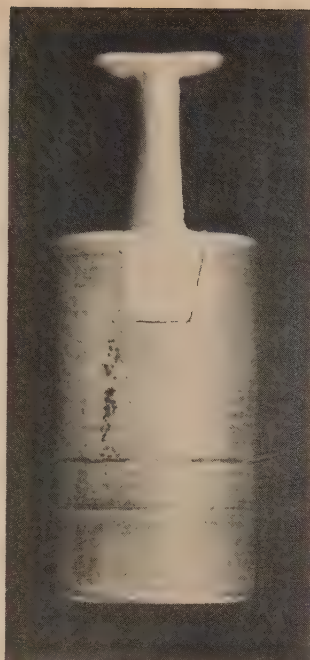


Abb. 20
MOD-Guß auf Stahlmodell (D)

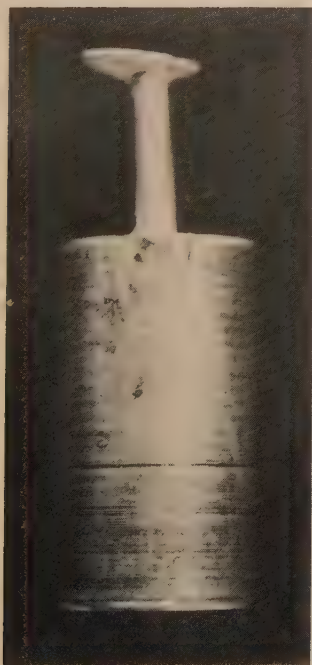


Abb. 21
MOD-Guß auf Stahlmodell (E)

Tiegelschleuder unter Anwendung von Kohletiegeln durchgeführt. Die Küvetten wurden nach dem Guß an Luft bis auf Zimmertemperatur abgekühlt. Da die Gußobjekte der Phantomlegierung blank aus der Einbettungsmasse herauskommen, erübrigte sich ein Abbeizen der Gußstücke. Die Gußobjekte aus Duallor G wurden dagegen nach dem Ausbetten in 10%iger Schwefelsäure bei ca. 60°C abgebeizt.

Die Abbildungen 10, 16-21 zeigen jeweils 5 unter Verwendung der gleichen Abdruckmasse hergestellte Gußobjekte auf den aus den 5 verschiedenen Modellgipsmassen bestehenden Arbeitsmodellen.

Anschließend wurden die Gußobjekte auf den als Ausgangsmodell dienenden Stahlkörper aufgesetzt (s. Abb. 11-15, 17-21), wobei sich approximal an den Stufen der "Präparation" Spalten von unterschiedlicher Breite zeigten.

Die Spaltbreiten wurden mit einem Meßmikroskop der Firma Carl Zeiss (s. Abb. 8), das eine Meßgenauigkeit von ± 5 Mikron aufweist, ausgemessen. Die Messung geschah an drei Punkten auf jeder der beiden Seiten (α , β , γ). Der Mittelwert dieser drei Werte ergab die Spaltbreite einer Stufe (a), der Spaltbreiten-Endwert der Gußfüllung resultiert aus dem Mittelwert beider Stufen (a und b). Fünf dieser Spaltbreiten-Endwerte ergaben jeweils den Gesamt-Mittelwert für die jeweilige Abdruckmassen - Modellmaterial - Gußmetall - Kombination (S. Tabelle I bis L und Tabelle LI und LII).

Tabelle I

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerrabdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Gesam- ter MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungsver- hältnis: Pulver: Wasser = 100g: 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,09	0,11	0,10	0,100	0,103	0,11
		b	0,10	0,12	0,10	0,106		
	2	a	0,10	0,12	0,13	0,116	0,128	
		b	0,14	0,12	0,16	0,140		
	3	a	0,11	0,12	0,10	0,110	0,103	
		b	0,09	0,08	0,12	0,096		
	4	a	0,08	0,09	0,09	0,086	0,089	
		b	0,07	0,09	0,12	0,093		
	5	a	0,12	0,15	0,13	0,133	0,124	
		b	0,10	0,12	0,13	0,116		

Tabelle II

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerrabdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungsver- hältnis: Pulver : Wasser = 120g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,07	0,06	0,10	0,076	0,081	0,09
		b	0,07	0,09	0,09	0,086		
	2	a	0,08	0,08	0,12	0,093	0,088	
		b	0,06	0,07	0,12	0,083		
	3	a	0,10	0,09	0,07	0,086	0,094	
		b	0,09	0,10	0,12	0,103		
	4	a	0,10	0,09	0,13	0,106	0,098	
		b	0,10	0,09	0,08	0,090		
	5	a	0,11	0,09	0,10	0,100	0,096	
		b	0,08	0,09	0,11	0,093		

MW = Mittelwert

Tabelle III

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerrabdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Gesam- ter MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungsver- hältnis: Pulver : Wasser = 100g : 20 ccm Phantom- Metall	1	a	0,10	0,09	0,08	0,090	0,083	0,09
		b	0,09	0,07	0,07	0,076		
	2	a	0,10	0,11	0,11	0,106	0,098	
		b	0,11	0,08	0,08	0,090		
	3	a	0,09	0,07	0,08	0,080	0,076	
		b	0,07	0,06	0,09	0,073		
	4	a	0,10	0,11	0,10	0,103	0,093	
		b	0,09	0,07	0,09	0,083		
	5	a	0,07	0,09	0,09	0,083	0,093	
		b	0,11	0,09	0,11	0,103		

Tabelle IV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerrabdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Ges. MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
D Jota-Modell- Zement Fa. Jota	1	a	0,30	0,33	0,29	0,306	0,260	0,27
		b	0,31	0,21	0,26			
	2	a	0,29	0,28	0,30	0,290	0,238	
		b	0,20	0,18	0,18	0,186		
Phantom- Metall	3	a	0,26	0,27	0,28	0,270	0,291	
		b	0,32	0,30	0,32	0,313		
	4	a	0,29	0,30	0,29	0,293	0,286	
		b	0,29	0,27	0,28	0,280		
	5	a	0,26	0,26	0,25	0,256	0,231	
		b	0,19	0,22	0,21	0,206		

Tabelle V

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerrabdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Gesamt. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Phantom- Metall	1	a	0,15	0,14	0,13	0,140	0,131	0,14
		b	0,12	0,11	0,14	0,123		
	2	a	0,13	0,14	0,13	0,133	0,143	
		b	0,14	0,16	0,16	0,153		
	3	a	0,14	0,13	0,13	0,133	0,134	
		b	0,14	0,13	0,14	0,136		
	4	a	0,14	0,13	0,14	0,136	0,148	
		b	0,16	0,16	0,15	0,156		
	5	a	0,14	0,11	0,11	0,120	0,128	
		b	0,13	0,14	0,14	0,136		

Tabelle VI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis: Pulver : Wasser = 100g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,09	0,05	0,07	0,070	0,068	0,07
		b	0,06	0,07	0,07	0,066		
	2	a	0,08	0,06	0,07	0,070	0,080	
		b	0,07	0,10	0,10	0,090		
	3	a	0,09	0,11	0,11	0,103	0,084	
		b	0,06	0,08	0,06	0,066		
	4	a	0,09	0,08	0,08	0,083	0,073	
		b	0,06	0,06	0,07	0,063		
	5	a	0,06	0,07	0,06	0,063	0,064	
		b	0,06	0,07	0,07	0,066		

Tabelle VII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser = 120g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,05	0,05	0,07	0,056	0,071	0,06
		b	0,09	0,09	0,08	0,086		
	2	a	0,07	0,06	0,07	0,066	0,058	
		b	0,05	0,04	0,06	0,050		
	3	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,069	
		b	0,09	0,09	0,08	0,086		
	4	a	0,06	0,04	0,07	0,056	0,054	
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		
	5	a	0,05	0,05	0,08	0,060	0,066	
		b	0,08	0,09	0,05	0,073		

Tabelle VIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Puver : Wasser 100 g : 20 ccm Phantom- Metall	1	a	0,05	0,05	0,05	0,050	0,053	0,06
		b	0,05	0,07	0,05	0,056		
	2	a	0,08	0,07	0,07	0,073	0,073	
		b	0,07	0,08	0,07	0,073		
	3	a	0,06	0,07	0,05	0,060	0,056	
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		
	4	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,054	
		b	0,06	0,06	0,05	0,056		
	5	a	0,08	0,07	0,06	0,070	0,071	
		b	0,08	0,07	0,07	0,073		

Tabelle IX

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota Phantom- Metall	1	a	0,24	0,22	0,20	0,220	0,231	0,23
		b	0,27	0,25	0,21	0,243		
	2	a	0,24	0,26	0,28	0,260	0,241	
		b	0,21	0,21	0,25	0,223		
	3	a	0,26	0,20	0,22	0,226	0,223	
		b	0,19	0,23	0,24	0,220		
	4	a	0,28	0,19	0,28	0,250	0,251	
		b	0,27	0,29	0,20	0,253		
	5	a	0,21	0,19	0,21	0,203	0,221	
		b	0,28	0,22	0,22	0,240		

TABELLE X

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Phantom- Metall	1	a	0,10	0,09	0,09	0,093	0,088	0,08
		b	0,09	0,08	0,08	0,083		
	2	a	0,07	0,08	0,06	0,070	0,078	
		b	0,09	0,09	0,08	0,086		
	3	a	0,10	0,09	0,09	0,093	0,083	
		b	0,08	0,07	0,07	0,073		
	4	a	0,08	0,07	0,07	0,073	0,073	
		b	0,07	0,08	0,07	0,073		
	5	a	0,08	0,09	0,08	0,083	0,084	
		b	0,09	0,09	0,08	0,086		

Tabelle XI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,11	0,10	0,08	0,096	0,094	0,09
		b	0,07	0,11	0,10	0,093		
	2	a	0,08	0,06	0,09	0,076	0,083	
		b	0,08	0,09	0,10	0,090		
	3	a	0,11	0,06	0,09	0,086	0,086	
		b	0,07	0,08	0,11	0,086		
	4	a	0,10	0,08	0,11	0,096	0,084	
		b	0,09	0,05	0,08	0,073		
	5	a	0,09	0,10	0,11	0,100	0,105	
		b	0,10	0,11	0,12	0,110		

Tabelle XII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,11	0,07	0,11	0,096	0,089	0,09
		b	0,06	0,09	0,10	0,083		
	2	a	0,10	0,10	0,09	0,096	0,098	
		b	0,11	0,09	0,10	0,100		
	3	a	0,09	0,06	0,07	0,073	0,073	
		b	0,09	0,06	0,08	0,073		
	4	a	0,08	0,07	0,06	0,070	0,081	
		b	0,09	0,10	0,09	0,093		
	5	a	0,09	0,08	0,10	0,090	0,086	
		b	0,09	0,08	0,08	0,083		

Tabelle XIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \delta$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	δ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Phantom- Metall	1	a	0,06	0,07	0,06	0,063	0,071	0,08
		b	0,08	0,09	0,07	0,080		
	2	a	0,09	0,07	0,09	0,083	0,088	
		b	0,09	0,10	0,09	0,093		
	3	a	0,08	0,08	0,07	0,076	0,081	
		b	0,09	0,09	0,08	0,086		
	4	a	0,08	0,07	0,08	0,076	0,071	
		b	0,06	0,07	0,07	0,066		
	5	a	0,10	0,09	0,09	0,093	0,091	
		b	0,10	0,09	0,08	0,090		

Tabelle XIV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota Phantom- Metall	1	a	0,30	0,24	0,27	0,270	0,270	0,24
		b	0,24	0,26	0,31	0,270		
	2	a	0,28	0,25	0,21	0,246	0,256	
		b	0,29	0,25	0,26	0,266		
	3	a	0,27	0,22	0,21	0,233	0,233	
		b	0,24	0,23	0,23	0,233		
	4	a	0,23	0,23	0,22	0,226	0,228	
		b	0,22	0,24	0,23	0,230		
	5	a	0,26	0,22	0,25	0,243	0,234	
		b	0,23	0,24	0,21	0,226		

Tabelle XV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- Modellmasse Fa. Gallè Phantom- Metall	1	a	0,09	0,08	0,08	0,083	0,071	0,08
		b	0,04	0,06	0,08	0,060		
	2	a	0,08	0,06	0,06	0,066	0,073	
		b	0,07	0,08	0,09	0,080		
	3	a	0,09	0,08	0,09	0,086	0,083	
		b	0,08	0,09	0,07	0,080		
	4	a	0,10	0,10	0,08	0,093	0,093	
		b	0,10	0,09	0,09	0,093		
	5	a	0,09	0,09	0,10	0,093	0,089	
		b	0,08	0,09	0,09	0,086		

Tabelle XVI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser = 100g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,14	0,14	0,13	0,136	0,121	0,11
		b	0,09	0,13	0,10	0,106		
	2	a	0,08	0,12	0,11	0,103	0,113	
		b	0,12	0,11	0,14	0,123		
	3	a	0,10	0,09	0,08	0,090	0,103	
		b	0,09	0,13	0,13	0,116		
	4	a	0,12	0,12	0,11	0,116	0,111	
		b	0,09	0,10	0,13	0,106		
	5	a	0,10	0,11	0,09	0,100	0,101	
		b	0,11	0,09	0,11	0,103		

Tabelle XVII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,09	0,08	0,07	0,070	0,086	0,09
		b	0,10	0,10	0,11	0,103		
	2	a	0,11	0,12	0,10	0,110	0,110	
		b	0,10	0,11	0,12	0,110		
	3	a	0,09	0,09	0,10	0,093	0,093	
		b	0,09	0,08	0,11	0,093		
	4	a	0,07	0,06	0,09	0,073	0,083	
		b	0,09	0,10	0,09	0,093		
	5	a	0,09	0,08	0,08	0,083	0,078	
		b	0,07	0,08	0,07	0,073		

Tabelle XVIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Phantom- Metall	1	a	0,10	0,08	0,09	0,090	0,086	0,08
		b	0,08	0,08	0,09	0,083		
	2	a	0,09	0,08	0,08	0,083	0,072	
		b	0,06	0,06	0,07	0,063		
	3	a	0,09	0,11	0,10	0,100	0,090	
		b	0,08	0,08	0,08	0,080		
	4	a	0,06	0,08	0,09	0,076	0,071	
		b	0,07	0,05	0,08	0,066		
	5	a	0,10	0,10	0,09	0,096	0,083	
		b	0,07	0,06	0,08	0,070		

Tabelle XIX

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Ges. MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
D Jota-Modell- zement Fa. Jota	1	a	0,11	0,13	0,13	0,123	0,131	0,16
		b	0,14	0,12	0,16	0,140		
	2	a	0,15	0,16	0,17	0,160	0,155	
		b	0,16	0,13	0,16	0,150		
Phantom- Metall	3	a	0,16	0,13	0,13	0,140	0,133	
		b	0,11	0,15	0,12	0,126		
	4	a	0,20	0,19	0,23	0,206	0,193	
		b	0,18	0,20	0,16	0,180		
	5	a	0,17	0,18	0,17	0,173	0,193	
		b	0,20	0,24	0,20	0,213		

Tabelle XX

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Ges. MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
E Präzisions- Modellmasse Fa. Gallé	1	a	0,05	0,05	0,08	0,060	0,061	0,09
		b	0,05	0,06	0,08	0,063		
	2	a	0,08	0,09	0,08	0,083	0,091	
		b	0,09	0,10	0,08	0,090		
Phantom- Metall	3	a	0,10	0,09	0,09	0,093	0,099	
		b	0,11	0,11	0,10	0,106		
	4	a	0,10	0,11	0,08	0,096	0,098	
		b	0,11	0,09	0,10	0,100		
	5	a	0,07	0,11	0,10	0,093	0,084	
		b	0,09	0,07	0,07	0,076		

Tabelle XXI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken i. mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser = 100g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,08	0,10	0,09	0,090	0,096	0,09
		b	0,10	0,11	0,10	0,103		
	2	a	0,10	0,09	0,09	0,093	0,093	
		b	0,11	0,09	0,08	0,093		
	3	a	0,07	0,09	0,09	0,083	0,089	
		b	0,09	0,11	0,09	0,096		
	4	a	0,10	0,08	0,08	0,086	0,083	
		b	0,07	0,09	0,08	0,080		
	5	a	0,10	0,10	0,11	0,103	0,096	
		b	0,11	0,09	0,07	0,090		

Tabelle XXII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken i. mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser = 120g : 30 ccm Phantom- Metall	1	a	0,07	0,09	0,08	0,080	0,093	0,08
		b	0,10	0,11	0,11	0,106		
	2	a	0,07	0,08	0,08	0,076	0,081	
		b	0,10	0,09	0,07	0,086		
	3	a	0,06	0,06	0,09	0,070	0,076	
		b	0,08	0,09	0,08	0,083		
	4	a	0,09	0,09	0,08	0,086	0,086	
		b	0,10	0,07	0,09	0,086		
	5	a	0,07	0,08	0,09	0,080	0,080	
		b	0,09	0,08	0,07	0,080		

Tabelle XXIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa.Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Phantom- Metall	1	a	0,09	0,08	0,07	0,080	0,076	0,07
		b	0,08	0,07	0,07	0,073		
	2	a	0,08	0,07	0,07	0,073	0,074	
		b	0,07	0,09	0,07	0,076		
	3	a	0,07	0,08	0,05	0,066	0,064	
		b	0,06	0,06	0,07	0,063		
	4	a	0,05	0,07	0,05	0,056	0,063	
		b	0,06	0,07	0,08	0,070		
	5	a	0,06	0,06	0,05	0,056	0,066	
		b	0,08	0,08	0,07	0,076		

Tabelle XXIV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota	1	a	0,12	0,15	0,16	0,143	0,153	0,14
		b	0,17	0,16	0,16	0,163		
	2	a	0,12	0,12	0,13	0,123	0,129	
		b	0,16	0,13	0,12	0,136		
Phantom- Metall	3	a	0,12	0,14	0,17	0,143	0,148	
		b	0,13	0,16	0,17	0,153		
	4	a	0,16	0,12	0,15	0,143	0,136	
		b	0,14	0,14	0,11	0,130		
	5	a	0,15	0,13	0,12	0,133	0,143	
b		0,17	0,15	0,14	0,153			

Tabelle XXV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè	1	a	0,06	0,07	0,07	0,066	0,066	0,08
		b	0,06	0,06	0,08	0,066		
Phantom- Metall	2	a	0,09	0,09	0,08	0,086	0,079	
		b	0,07	0,06	0,09	0,073		
	3	a	0,09	0,10	0,11	0,100	0,096	
		b	0,11	0,09	0,08	0,093		
	4	a	0,08	0,07	0,08	0,076	0,078	
		b	0,09	0,09	0,06	0,080		
	5	a	0,07	0,07	0,09	0,076	0,073	
		b	0,07	0,06	0,08	0,070		

Tabelle XXVI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerr-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,07	0,06	0,05	0,060	0,056	0,06 +0,018 (30%)
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		
	2	a	0,09	0,06	0,05	0,066	0,069	
		b	0,07	0,08	0,07	0,073		
	3	a	0,08	0,05	0,06	0,063	0,058	
		b	0,05	0,05	0,06	0,053		
	4	a	0,06	0,07	0,06	0,063	0,061	
		b	0,06	0,07	0,05	0,060		
	5	a	0,08	0,08	0,07	0,076	0,066	
		b	0,06	0,07	0,07	0,066		

Tabelle XXVII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerr-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Ges. MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,07	0,06	0,06	0,063	0,058	0,06 +0,0092 (15%)
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		
	2	a	0,06	0,06	0,07	0,063	0,053	
		b	0,05	0,04	0,04	0,043		
	3	a	0,06	0,04	0,05	0,050	0,056	
		b	0,07	0,06	0,06	0,063		
	4	a	0,07	0,06	0,06	0,063	0,058	
		b	0,06	0,05	0,05	0,053		
	5	a	0,07	0,07	0,06	0,066	0,061	
		b	0,05	0,06	0,06	0,056		

Tabelle XXVIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerr-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von	MW von	Ges. MW
			α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	a + b	
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Duallor G	1	a	0,06	0,07	0,05	0,060	0,055	0,05 +0,008 (16%)
		b	0,05	0,05	0,05	0,050		
	2	a	0,06	0,06	0,05	0,056	0,052	
		b	0,06	0,06	0,04	0,053		
	3	a	0,05	0,05	0,06	0,053	0,052	
		b	0,06	0,06	0,05	0,056		
	4	a	0,06	0,05	0,04	0,050	0,048	
		b	0,06	0,04	0,04	0,046		
	5	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,051	
		b	0,05	0,05	0,05	0,050		

Tabelle XXIX

Modell- Material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerr-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota	1	a	0,15	0,13	0,14	0,140	0,120	0,11 +0,02 — (18%)
		b	0,11	0,10	0,09	0,100		
	2	a	0,13	0,12	0,14	0,130	0,115	
		b	0,09	0,12	0,09	0,100		
Duallor G	3	a	0,10	0,09	0,13	0,106	0,099	
		b	0,09	0,08	0,11	0,093		
	4	a	0,14	0,12	0,13	0,130	0,108	
		b	0,08	0,10	0,11	0,096		
	5	a	0,13	0,12	0,12	0,123	0,106	
		b	0,09	0,11	0,08	0,093		

Tabelle XXX

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Kerr-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Duallor G	1	a	0,07	0,07	0,07	0,070	0,065	0,05 +0,011 (22%)
		b	0,06	0,06	0,06	0,060		
	2	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,052	
		b	0,06	0,07	0,06	0,063		
	3	a	0,04	0,05	0,05	0,046	0,049	
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		
	4	a	0,05	0,04	0,04	0,043	0,041	
		b	0,04	0,04	0,04	0,040		
	5	a	0,06	0,04	0,06	0,053	0,053	
		b	0,04	0,06	0,06	0,053		

Tabelle XXXI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,05	0,03	0,06	0,046	0,045	0,04 +0,0087 (22%)
		b	0,05	0,04	0,04	0,043		
	2	a	0,06	0,04	0,05	0,050	0,048	
		b	0,04	0,05	0,04	0,046		
	3	a	0,04	0,04	0,03	0,036	0,035	
		b	0,03	0,03	0,04	0,033		
	4	a	0,05	0,05	0,05	0,050	0,045	
		b	0,05	0,04	0,03	0,040		
	5	a	0,04	0,04	0,03	0,036	0,038	
		b	0,04	0,04	0,04	0,040		

Tabelle XXXII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,05	0,04	0,04	0,043	0,043	0,04 +0,0067 (17%)
		b	0,04	0,04	0,05	0,043		
	2	a	0,04	0,03	0,04	0,036	0,035	
		b	0,04	0,03	0,03	0,033		
	3	a	0,05	0,05	0,04	0,046	0,041	
		b	0,03	0,04	0,04	0,036		
	4	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,043	
		b	0,04	0,04	0,04	0,040		
	5	a	0,05	0,04	0,04	0,043	0,045	
		b	0,05	0,05	0,04	0,046		

Tabelle XXXIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver: Wasser =100g: 20 ccm Duallor G	1	a	0,05	0,04	0,03	0,040	0,036	+ 0,03 0,01 (33%)
		b	0,04	0,03	0,03	0,033		
	2	a	0,04	0,04	0,03	0,036	0,041	
		b	0,05	0,05	0,04	0,046		
	3	a	0,04	0,04	0,03	0,036	0,031	
		b	0,02	0,03	0,03	0,026		
	4	a	0,04	0,03	0,02	0,030	0,028	
		b	0,03	0,02	0,03	0,026		
	5	a	0,04	0,05	0,04	0,043	0,034	
		b	0,03	0,02	0,03	0,026		

Tabelle XXXIV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota Duallor G	1	a	0,13	0,08	0,10	0,103	0,105	0,11 +0,023 (21%)
		b	0,13	0,12	0,07	0,106		
	2	a	0,11	0,08	0,11	0,100	0,110	
		b	0,13	0,10	0,13	0,120		
	3	a	0,15	0,11	0,14	0,133	0,118	
		b	0,10	0,11	0,10	0,103		
	4	a	0,14	0,12	0,13	0,130	0,113	
		b	0,13	0,09	0,08	0,100		
	5	a	0,13	0,09	0,14	0,120	0,125	
		b	0,12	0,13	0,14	0,130		

Tabelle XXXV

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Silone-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Duallor G	1	a	0,06	0,05	0,04	0,050	0,044	0,04 +0,0092 - (23%)
		b	0,05	0,04	0,04	0,043		
	2	a	0,04	0,03	0,05	0,040	0,045	
		b	0,06	0,05	0,04	0,050		
	3	a	0,05	0,03	0,03	0,036	0,038	
		b	0,05	0,04	0,03	0,040		
	4	a	0,05	0,03	0,04	0,040	0,040	
		b	0,05	0,04	0,03	0,040		
	5	a	0,04	0,03	0,04	0,036	0,039	
		b	0,04	0,04	0,05	0,043		

Tabelle XXXVI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken i. mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser 100g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,048	0,05 +0,0126 (25%)
		b	0,05	0,04	0,04	0,043		
	2	a	0,05	0,03	0,05	0,043	0,038	
		b	0,03	0,03	0,04	0,033		
	3	a	0,04	0,05	0,05	0,046	0,039	
		b	0,04	0,03	0,03	0,033		
	4	a	0,05	0,05	0,03	0,043	0,039	
		b	0,03	0,04	0,04	0,036		
	5	a	0,05	0,05	0,04	0,046	0,039	
		b	0,03	0,04	0,03	0,033		

Tabelle XXXVII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,05	0,03	0,05	0,043	0,039	0,04 +0,011 (27%)
		b	0,04	0,04	0,03	0,036		
	2	a	0,05	0,05	0,06	0,053	0,044	
		b	0,03	0,03	0,05	0,036		
	3	a	0,05	0,03	0,03	0,036	0,031	
		b	0,03	0,03	0,02	0,026		
	4	a	0,05	0,05	0,04	0,046	0,039	
		b	0,04	0,03	0,03	0,033		
	5	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,036	
		b	0,02	0,03	0,03	0,026		

Tabelle XXXVIII

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Duallor G	1	a	0,04	0,03	0,04	0,036	0,038	0,04 +0,0081 (20%)
		b	0,04	0,03	0,05	0,040		
	2	a	0,05	0,04	0,06	0,050	0,048	
		b	0,05	0,04	0,05	0,046		
	3	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,044	
		b	0,04	0,04	0,05	0,043		
	4	a	0,05	0,04	0,04	0,043	0,039	
		b	0,03	0,03	0,05	0,036		
	5	a	0,05	0,05	0,04	0,046	0,039	
		b	0,03	0,04	0,03	0,033		

Tabelle XXXIX

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \delta$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	δ			
D Jota-Modell - zement Fa. Jota Duallor G	1	a	0,21	0,18	0,19	0,193	0,174	0,14 +0,0296 — (21%)
		b	0,12	0,16	0,19	0,156		
	2	a	0,16	0,13	0,15	0,113	0,138	
		b	0,19	0,16	0,14	0,163		
	3	a	0,15	0,10	0,11	0,120	0,121	
		b	0,11	0,11	0,15	0,123		
	4	a	0,11	0,11	0,14	0,120	0,123	
		b	0,10	0,16	0,12	0,126		
	5	a	0,15	0,14	0,14	0,143	0,149	
		b	0,15	0,17	0,15	0,156		

Tabelle XL

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Sta-Seal-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Duallor G	1	a	0,06	0,06	0,05	0,056	0,049	0,04 +0,0089 - (22%)
		b	0,04	0,04	0,05	0,043		
	2	a	0,05	0,05	0,04	0,046	0,046	
		b	0,05	0,04	0,05	0,046		
	3	a	0,03	0,04	0,04	0,036	0,036	
		b	0,04	0,04	0,03	0,036		
	4	a	0,04	0,03	0,03	0,033	0,026	
		b	0,03	0,04	0,05	0,040		
	5	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,041	
		b	0,03	0,04	0,04	0,036		

Tabelle XLI

Modell- material	MOD Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,06	0,07	0,06	0,063	0,061	0,05 +0,011 (22%)
		b	0,05	0,06	0,07	0,060		
	2	a	0,06	0,07	0,05	0,060	0,060	
		b	0,07	0,06	0,05	0,060		
	3	a	0,06	0,06	0,05	0,056	0,051	
		b	0,05	0,05	0,05	0,050		
	4	a	0,06	0,07	0,06	0,063	0,059	
		b	0,05	0,07	0,05	0,056		
	5	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,056	
		b	0,06	0,06	0,06	0,060		

Tabelle XLII

· Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr.in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- Verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,08	0,06	0,07	0,070	0,061	0,06 + 0,01 (16,6%)
		b	0,06	0,05	0,05	0,053		
	2	a	0,06	0,06	0,07	0,063	0,056	
		b	0,05	0,05	0,05	0,050		
	3	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,051	
		b	0,05	0,05	0,05	0,050		
	4	a	0,06	0,05	0,06	0,056	0,049	
		b	0,05	0,04	0,04	0,043		
	5	a	0,06	0,05	0,06	0,056	0,058	
		b	0,05	0,07	0,06	0,060		

Tabelle XLIII

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Duallor G	1	a	0,06	0,05	0,05	0,053	0,049	0,06 +0,074 (12,3%)
		b	0,05	0,04	0,05	0,046		
	2	a	0,06	0,06	0,06	0,060	0,063	
		b	0,07	0,07	0,06	0,066		
	3	a	0,07	0,06	0,06	0,063	0,061	
		b	0,06	0,06	0,06	0,060		
	4	a	0,05	0,05	0,06	0,053	0,054	
		b	0,06	0,05	0,06	0,056		
	5	a	0,07	0,07	0,07	0,070	0,066	
		b	0,06	0,06	0,07	0,063		

Tabelle XLIV

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- masse Fa. Jota Duallor G	1	a	0,11	0,10	0,14	0,116	0,121	0,14 +0,024 (17%)
		b	0,13	0,13	0,12	0,126		
	2	a	0,14	0,12	0,15	0,136	0,124	
		b	0,11	0,11	0,12	0,113		
	3	a	0,13	0,14	0,16	0,143	0,153	
		b	0,16	0,17	0,16	0,163		
	4	a	0,16	0,17	0,13	0,153	0,156	
		b	0,18	0,16	0,14	0,160		
	5	a	0,17	0,17	0,18	0,173	0,169	
		b	0,17	0,16	0,17	0,166		

Tabelle XLV

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Impressional-Abdr. i. mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
E Präzisions- modell- masse Fa. Gallê Duallor G	1	a	0,08	0,07	0,06	0,070	0,065	0,06 +0,0087 (14,5%)
		b	0,06	0,06	0,06	0,060		
	2	a	0,05	0,06	0,05	0,053	0,054	
		b	0,05	0,06	0,06	0,056		
	3	a	0,06	0,05	0,07	0,060	0,056	
		b	0,06	0,06	0,07	0,063		
	4	a	0,07	0,06	0,05	0,060	0,060	
		b	0,06	0,07	0,05	0,060		
	5	a	0,06	0,06	0,05	0,056	0,051	
		b	0,05	0,05	0,04	0,046		

Tabelle XLVI

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdr. in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
A Hartgips "Moldano" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,03	0,05	0,04	0,040	0,041	0,05 +0,0089 (17,8%)
		b	0,05	0,03	0,05	0,043		
	2	a	0,06	0,04	0,05	0,050	0,050	
		b	0,05	0,06	0,04	0,050		
	3	a	0,06	0,04	0,06	0,053	0,051	
		b	0,06	0,04	0,05	0,050		
	4	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,049	
		b	0,06	0,05	0,05	0,053		
	5	a	0,06	0,05	0,06	0,056	0,054	
		b	0,06	0,05	0,05	0,053		

Tabelle XLVII

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
B Hartgips "Moldaroc" Fa. Bayer Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =120g : 30 ccm Duallor G	1	a	0,03	0,03	0,04	0,033	0,034	0,04 -0,008 (20%)
		b	0,04	0,04	0,03	0,036		
	2	a	0,04	0,04	0,03	0,036	0,036	
		b	0,03	0,04	0,04	0,036		
	3	a	0,05	0,04	0,04	0,043	0,048	
		b	0,03	0,05	0,05	0,053		
	4	a	0,03	0,04	0,04	0,036	0,036	
		b	0,04	0,03	0,04	0,036		
	5	a	0,05	0,04	0,05	0,046	0,046	
		b	0,04	0,05	0,05	0,046		

Tabelle XLVIII

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
C Hartgips "Duroc" Fa. Ransom & Randolph Mischungs- verhältnis Pulver : Wasser =100g : 20 ccm Duallor G	1	a	0,04	0,02	0,03	0,030	0,030	0,03 -0,006 — (25%)
		b	0,02	0,04	0,03	0,030		
	2	a	0,02	0,03	0,03	0,026	0,024	
		b	0,02	0,03	0,02	0,023		
	3	a	0,03	0,02	0,02	0,023	0,024	
		b	0,03	0,02	0,03	0,026		
	4	a	0,03	0,04	0,04	0,036	0,036	
		b	0,04	0,03	0,04	0,036		
	5	a	0,04	0,03	0,03	0,033	0,028	
		b	0,02	0,02	0,03	0,023		

Tabelle XLIX

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \gamma$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	γ			
D Jota-Modell- zement Fa. Jota Duallor G	1	a	0,12	0,11	0,08	0,103	0,088	0,11 +0,026 (23,6%)
		b	0,08	0,07	0,07	0,073		
	2	a	0,11	0,07	0,09	0,090	0,108	
		b	0,12	0,12	0,14	0,126		
	3	a	0,14	0,13	0,14	0,136	0,136	
		b	0,14	0,15	0,12	0,136		
	4	a	0,14	0,13	0,15	0,140	0,121	
		b	0,09	0,09	0,13	0,103		
	5	a	0,11	0,12	0,12	0,116	0,104	
		b	0,08	0,13	0,07	0,093		

Tabelle L

Modell- material	MOD- Nr.	Seite	Spaltbreiten bei Lastic-55-Abdrücken in mm					
			Meßstellen			MW von $\alpha + \beta + \delta$	MW von a + b	Ges. MW
			α	β	δ			
E Präzisions- modellmasse Fa. Gallè Duallor G	1	a	0,06	0,04	0,06	0,053	0,046	0,05 +0,007 (14%)
		b	0,05	0,04	0,03	0,040		
	2	a	0,06	0,05	0,06	0,056	0,053	
		b	0,06	0,04	0,05	0,050		
	3	a	0,05	0,05	0,05	0,050	0,048	
		b	0,05	0,04	0,05	0,046		
	4	a	0,06	0,06	0,06	0,060	0,056	
		b	0,05	0,05	0,06	0,053		
	5	a	0,04	0,06	0,05	0,050	0,051	
		b	0,05	0,06	0,05	0,053		

Tabelle LI

(Gesamtübersicht der Mittelwerte - Phantom-Metall)

Modell- material	Spaltbreiten bei verwendeten Abdruckmassen in mm					Mittel- werte
	1) Kerr	2) Silone	3) Sta-Seal	4) Impressional	5) Lastic-55	
A Hartgips "Moldano"	0,11	0,07	0,09	0,11	0,09	0,094
B Hartgips "Moldaroc"	0,09	0,06	0,09	0,09	0,08	0,082
C Hartgips "Duroc"	0,09	0,06	0,08	0,08	0,07	0,076
D Modellzement "Jota"	0,27	0,23	0,24	0,16	0,14	0,208
E Präzisions- modellmasse "Gallé"	0,14	0,08	0,08	0,09	0,08	0,094
Mittelwerte	0,140	0,100	0,116	0,106	0,092	
Mittelwerte ohne D-Werte	0,108	0,068	0,085	0,092	0,080	

Gesamtmittelwert:

0,111 mm

Tabelle LII (Gesamtübersicht der Mittelwerte - Duallor G)

Modell- material	Spaltbreiten bei verwendeten Abdruckmassen in mm					Mittel- werte
	1) Kerr	2) Silone	3) Sta-Seal	4) Impressional	5) Lastic-55	
A Hartgips "Moldano"	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,050
B Hartgips "Moldaroc"	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,048
C Hartgips "Duroc"	0,05	0,03	0,04	0,06	0,03	0,042
D Modellzement "Jota"	0,11	0,11	0,14	0,14	0,11	0,122
E Präzisions- modellmasse "Gallé"	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,048
Mittelwerte	0,066	0,052	0,062	0,074	0,056	
Mittelwerte ohne D-Werte	0,055	0,038	0,042	0,058	0,042	

Gesamtmittelwert: 0,060 mm

Standardabweichung vom Gesamtmittelwert ohne D-Werte: $\pm 0,013$

" " " mit D-Wert: $\pm 0,029$

Varianz (relative Standardabweichung) ohne D-Werte: $\pm 22\%$

mit D-Wert: $\pm 49,3\%$

Math. statistische Methodik

Von einem Modellmaterial wurden - wie ausgeführt - 5 Modelle untersucht. Gemessen wurden die Spaltbreiten bei jedem Modell an 2 Seiten und an je 3 Stellen. Insgesamt liegen also pro Modellmaterial $5 \times 2 \times 3 = 30$ Meßwerte vor. Durchschnittswerte wurden errechnet für jede Modellseite (3 Messungen), für jedes Modell (6 Messungen) und für jedes Modellmaterial ($5 \times 6 = 30$ Messungen). Die Standardabweichungen und Variationskoeffizienten dagegen wurden nur bei den an Duallor G angewandten Modellmaterialien errechnet (also jeweils für $n = 30$).

In Formeln ausgedrückt:

Durchschnittswert der
Messungen pro Modell-
material

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i \quad (n \text{ im Bereich der Modellmaterialien immer } = 30)$$

Varianz

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Standardabweichung

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$\text{Variationskoeffizient } V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Wegen der Größe der Unterschiede zwischen den Werten bei den Duallor G und bei Phantom-Metall konnte auf die Anwendung math. stat. Testmethoden verzichtet werden.

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Bei der Durchsicht der in den Tabellen LI und LII zusammengefaßten Endergebnisse fällt zunächst auf, daß die Spaltbreiten bei den aus Phantom-Metall gegossenen MOD-Inlays merklich größer sind als bei den aus der Palladium-Gold-Legierung Duallor G gegossenen Inlays. Im ersten Fall beträgt der Mittelwert sämtlicher Spaltbreiten 0,111 mm, der höchste Wert liegt bei 0,27 mm und der niedrigste bei 0,06 mm. Im letzteren Fall liegt der Mittelwert bei nur 0,060 mm, der höchste Wert bei 0,14 mm und der niedrigste bei 0,03 mm.

Auf eine mathematisch-statistische Auswertung wurde verzichtet, wie auf Seite 43 erwähnt wird.

Aus diesen Zahlen geht deutlich die Überlegenheit der hier untersuchten Edelmetall-Legierung gegenüber der Phantom-Legierung bezüglich der Paßgenauigkeit hervor.

Bei der Beurteilung der verschiedenen Modellmaterialien zeigt sich, daß der Modellzement "Jota" merklich schlechtere Werte ergibt als die vier anderen Werkstoffe, bei denen sich die Spaltbreiten untereinander nur relativ wenig unterscheiden. Die geringsten Spaltbreiten treten beim Arbeiten mit Hartgips "Duroc" auf, dann folgen in geringem Abstand der Hartgips "Moldaroc", die Präzisionsmodellmasse "Gallé", der Hartgips "Moldano" und erst in weitem Abstand der Modellzement "Jota".

Die schlechten Resultate mit diesem Zement sind nicht überraschend, wenn man die bereits erwähnten Schwierigkeiten beim Herstellen der Stümpfe berücksichtigt (vgl. S.13). Um die Beurteilung der im folgenden zu betrachtenden Abdruckmassen nicht zu verfälschen, wurden die mit Modellzement "Jota" erhaltenen Werte bei dieser Betrachtung eliminiert.

Bei den Abdruckmassen zeigen die Versuche mit "Silone" die besten Ergebnisse, es folgen mit nur geringer Differenz die Massen "Lastic-55" und "Sta-Seal" sowie "Impressional" und "Kerr" mit den größten Spaltbreiten.

Die günstigste Kombination ergab sich bei den Phantominlays zwischen der Abdruckmasse "Silone" und den Hartgipsen "Duroc" und "Moldaroc" mit einer mittleren Spaltbreite von 0,06 mm. Bei den Duallor-Inlays lieferten die Kombinationen Hartgips "Duroc" mit "Silone" und "Lastic-55" die besten Ergebnisse mit einer mittleren Spaltbreite von nur 0,03 mm.

Insgesamt ist zu sagen, daß vor allem bei der in erster Linie interessierenden Legierung Duallor G die Unterschiede zwischen den einzelnen Materialkombinationen nicht allzu groß sind, wenn man den Modellzement "Jota" ausklam-

met. Die Mittelwerte der Versuchsreihen schwanken lediglich zwischen 0,03 und 0,06 mm. Werte, die noch durchweg als gut bezeichnet werden können.

Bei den Phantom-Metall-Inlays liegen die entsprechenden Werte zwischen 0,06 und 0,14 mm.

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Überprüfung des Einflusses verschiedener Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffe auf die Paßgenauigkeit von MOD-Füllungen wurden insgesamt 250 solcher Füllungen unter Verwendung von je 5 verschiedenen Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffen und 2 verschiedenen Legierungen angefertigt:

I) Abdruckmaterialien:

- 1) Kerr Impression Compound No.2 Soft Green (Firma Kerr Mfg Company, Detroit 8 / Michigan)
- 2) Silone (Firma Detax-Dental, Karlsruhe)
- 3) Sta-Seal (Firma Detax-Dental, Karlsruhe)
- 4) Impressional (Firma Bayer, Leverkusen)
- 5) Lastic-55-3 C (Firma Kettenbach, Wissenbach/Dillkreis - Hess.)

II) Modellwerkstoffe:

- A) Moldano Hartgips (Firma Bayer, Leverkusen)
- B) Moldaroc Hartgips (Firma Bayer, Leverkusen)
- C) Duroc Hartgips (Firma Ransom & Randolph, Toledo/Ohio, USA)
- D) Modellzement (Firma Jota, Dental- und Schleifmittel GmbH., Düsseldorf)
- E) Präzisions-Modellmasse (Firma V.S.Gallè, St.Georgen/Schwarzwald)

III) Legierungen:

- 1) Phantom-Metall (Firma DEGUSSA)
- 2) Duallor G (Firma DEGUSSA)

Die Paßgenauigkeit (Spaltbreiten) der hergestellten MOD-Gußfüllungen wurden auf dem als Phantom dienenden Stahlmodell geprüft und ausgemessen. Die MOD-Objekte hatten alle auf den Arbeitsmodellen eine gute Paßgenauigkeit (außer auf denjenigen aus Jota-Modellzement).

Beim Aufsetzen auf das Stahlmodell zeigen die Inlays aus Duallor G eine

merklich bessere Paßgenauigkeit als diejenigen aus Phantom-Metall. Die unter Verwendung von Modellzement "Jota" hergestellten Inlays paßten in allen Fällen wesentlich schlechter als diejenigen, die unter Verwendung der übrigen Modellwerkstoffe hergestellt worden waren. Die letzteren zeigten keine allzu großen Unterschiede. Ebenso hielt sich der Einfluß der verschiedenen Abdruckmaterialien in Grenzen. Die besten Paßgenauigkeiten wurden beim Arbeiten mit dem Hartgips "Duroc" und der Abdruckmasse "Silone" erzielt.

Insgesamt gesehen lagen die Spaltbreiten bei den Phantom-Metall-Inlays zwischen 0,06 und 0,14 mm und bei den Duallor-Inlays zwischen 0,03 und 0,06 mm.

Bei den auf "Jota"-Zement-Modellen hergestellten MOD-Gußobjekten zeigten sich beim Phantom-Metall Spaltbreiten von 0,14 bis 0,27 mm und beim Duallor G Spaltbreiten von 0,11 - 0,14 mm.

LITERATURVERZEICHNIS

- ADLER, P.: Zur Frage der präventiven Extension,
Zahnärztliche Welt 12, 318-322 (1954).
- BLACK, G. V.: Konservierende Zahnheilkunde. 2. Bd., Berlin
1914, S. 4, 106, 120, 133, 163, 170, 260.
- BONSACK, Ch.: Der heutige Stand des Gußproblems,
Dt. Zahnärztl. Z. 8, 5-16 und 67-81 (1953).
- DANZ, Ch.: (zit. n. KLUMPP, D., 1959)
- DUMMLDINGER, G. S.: Modellherstellung im indirekten Verfahren,
Zahnärztliche Praxis 6, 9 (1955).
- EFFINGER, A.: Volumen-, Gewichts- und Elastizitätsverhalten
zahnärztlicher Abdruckmassen auf Siliconbasis,
Dt. Zahnärztl. Z. 13, 256-263 (1958).
- FLAUMENHAFT, E.: (zit. n. KLUMPP, D., 1959)
- GEIER, W.: Erzielung von Qualitätsgüssen bei vereinfachten
Gußverfahren, Zahnärztl. Rdsch. 41, 1626-1630
(1932).
- GERLACH, H. P.: Über die Kompensation von Kontraktionserschei-
nungen im Metallgußverfahren, Zahnärztl. Rdsch.
41, 2130-2133 (1932).
- GRUENWALD, S.: Impression Technic with Rubber Base Materials
for Fixed Bridge Work, J. Am. Dent. Ass. 55,
550-551 (1957).
- HAN, D. S.: (zit. n. KLUMPP, D., 1959).
- HARNDT, E.: Die Gußfüllung, ihre praktische Durchführung zur
Prophylaxe der Zahnkaries und der paradentalen
Erkrankungen, Leipzig 1953.
- HARNDT, E.: Einlagefüllungen. In: Die Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde, II. Bd., München 1955, S. 422 ff.
- HEHRING, H.: Einbettmassen. In: Leitfaden zahnärztlicher Werk-
stoffe und ihrer Verarbeitung, Berlin 1960, S. 27.

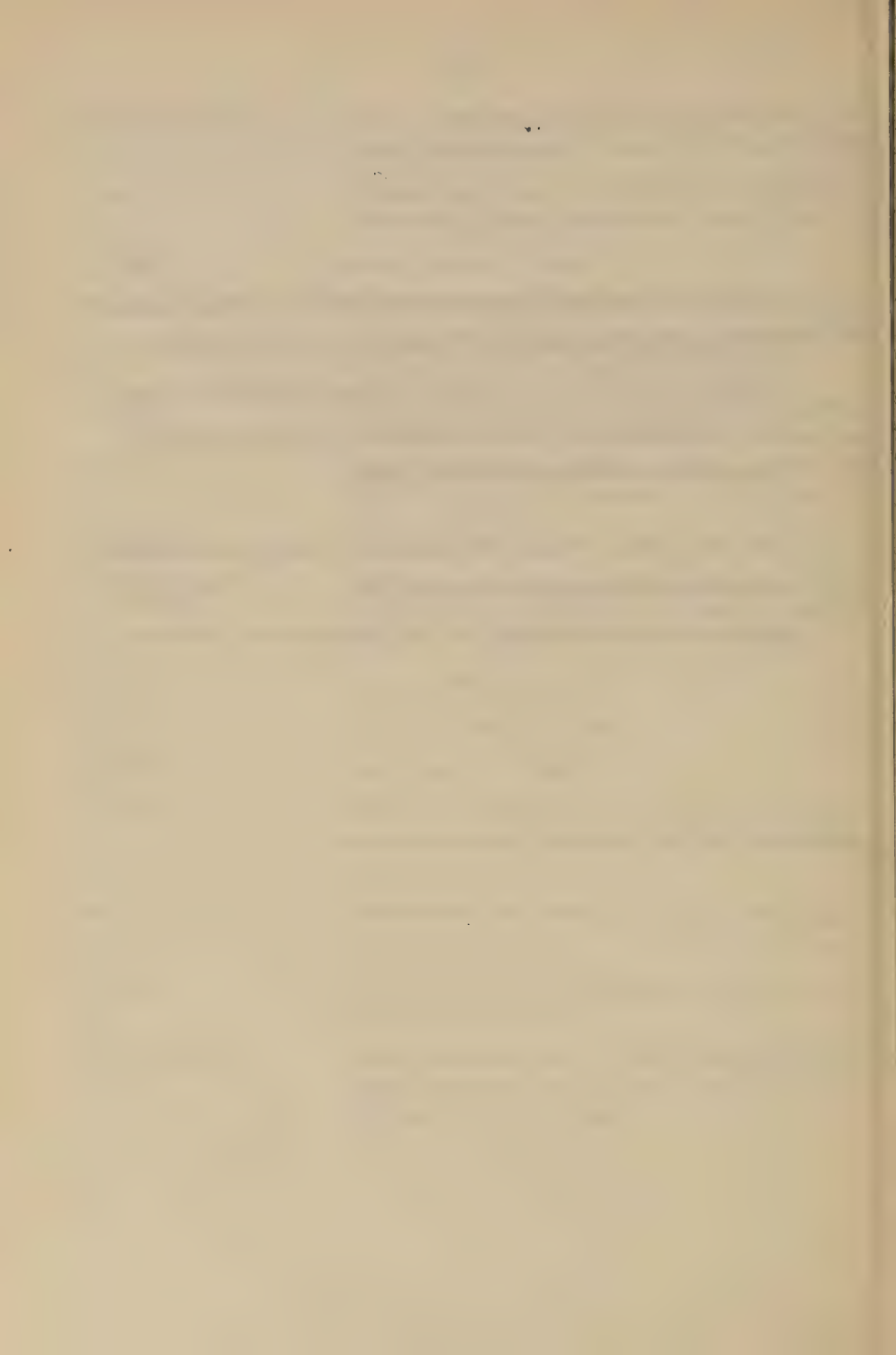
- HENKEL, G.: Vergleichende Untersuchungen an Abdruckmaterialien, Dt.Zahnärztl.Z. 10, 646-653 (1955).
- HOUWINK, R.: (zit. n. EFFINGER, A., 1958).
- ILG, V.K.: Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Abdruckgenauigkeit in der indirekten Technik, Dt.Zahnärztl.Z. 9, 1226-1238 (1954).
- Ders.: Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicon-Abdruckmassen I - VIII, 13 1377 (1958), 14, 405, 527, 651, 772, 895, 1075, 1649 (1959), 15, 427 (1960).
- Ders.: Vergleichende Untersuchungen zur Feststellung der Abdruckgenauigkeit von Alginatabdrücken, Dt.Zahnärztl.Z. 5, 415-421 (1950).
- Ders.: Untersuchungen zur Volumen-, Formbeständigkeit der Alginatabdruckmassen, Zahnärztl.Welt 3, 4, 75 (1950).
- INSKIPP, E.F.: Modified Technic for Use of Hydrocolloids in Taking Impressions for Inlays, J.Am.Dent.Ass. 36, 38-42 (1949).
- JAMESON: (zit. n. HARNDT, E., 1953)
- KLUMPP, D.: Einfluß des Muffelwerkstoffes auf die Paßgenauigkeit zahnärztlicher Güsse. Med.Inaug.Diss., Mainz 1959.
- KUBASCH, W.: Über die Technik des Präzisionsgusses, Das Dental-Labor, 9, 5-8 (1961).
- LASATER: (zit. n. SCHILLING, K., 1953).
- LEDNICZER, S.v.: (zit. n. KLUMPP, D., 1959)
- LUTZ, W.: Volumenveränderungen von Wachs- und Einbettmassen in bezug auf das Goldgußverfahren, Zahnärztl. Wochenschr. 35, 913-925 (1932).
- MacDOUGALL, J.D.B.: (zit. n. EFFINGER, A., 1958)
- MAVES u. LASATER: (zit. n. SCHILLING, K., 1953)

- MEYER, H.: Über die Prüfung elastischer Abformmassen, Dt. Zahnärztl. Z. 11, 562-569 (1956).
- MEYER, H. u. H. UHLIG: Über die sogenannte Abdruckschärfe, Dt. Zahnärztl. Z. 12, 1544-1548 (1957).
- MEYER, M.: Makromolekulare Chemie, III. Aufl., Berlin 1935, S. 840.
- TAYLOR, O. N. und G. C. PAFFENBERGER: A Survey of Current Inlay Casting Technics, J. Am. Dent. Ass. 17, 2058-2081, 1930.
- PRICE: (zit. n. RAU, G., 1949).
- RAU, G.: Untersuchungen zur Frage: Bleibt die Form beim zahnärztlichen Guß ähnlich? Med. Inaug. Diss., Tübingen, 1949.
- REBEL, H. H.: Konservierende Zahnheilkunde, München 1947, S. 166-221.
- RIGBERS, W.: Über Vorbedingungen des Präzisionsgusses, Med. Inaug. Diss., Frankfurt, 1934.
- SIONGHAN: (zit. n. RAU, G., 1949)
- SCHILLER, F.: Das Inlay - ein sozialmedizinisches Ziel, Zahnärztl. Praxis 12, 16, 181 (1961).
- SCHILLING, K.: Untersuchungen zur Frage: Verformt sich die Einbettmasse unter dem Druck der eingeschleuderten Schmelze? Med. Inaug. Diss., Tübingen, 1953.
- SCHNELL, R. J. u. R. W. PHILLIPS: Dimensional Stability of Rubber Base Impressions and Certain other Factors Affecting Accuracy, J. Am. Dent. Ass. 57, 39-48 (1958).
- SCHEU, C. H.: (zit. n. KLUMPP, D., 1959)
- SCHUBERT, L.: (zit. n. RAU, G., 1949)
- SCHWINDLING, R.: Über das chemisch-physikalische Verhalten der Alginatabdruckmassen bei der Verwendung verschiedener Modellwerkstoffe, Dt. Zahnärztl. Z. 9, 1200-1208 (1954).

- SCHWINDLING, R.: Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von Silicon-Abdruckmassen, Stoma 13, 121-130 (1960).
- Ders.: Abdruckmaterialien. In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung, Berlin 1960, S.41.
- SOLBRIG: (zit. n. RAU, G., 1949)
- SPENGLER, H. S.: Bericht über vergleichende Versuche zur Ermittlung geeigneter Modell-Materialien für die indirekte Herstellung von Inlays, Stoma 5, 24-30 (1952).
- STAHL, E.: Präzise Abdrücke nach dem Doppelabdruckverfahren, speziell für stufenlose Präparationen und Herstellung exakter Modelle für indirekte Kronen-, Brücken- und Inlay-Arbeiten, Dt. Zahnärztebl. 10, 2-12 (1956).
- STÜBEN, J.: Die Gußfüllung, Dt. Zahnärztebl. 14, 43-47 (1960).
- STÜBEN, J. und W. F. HOPPE: Über die Verwendung gummielastischer Materialien bei der indirekten Methode zur Herstellung von Gußfüllungen, Dt. Zahnärztebl. 16, 716-721 (1961).
- TAGGART: (zit. n. HARNDT, E., 1953)
- TAYLOR: (zit. n. KLUMPP, D., 1959)
- VAN HORN: (zit. n. RAU, G., 1949)
- WAGNER, E.: Edelmetalle (Schmelzen und Gießen). In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung, Berlin 1960, S.155.
- WEIKART, P.: Werkstoffkunde für Zahnärzte, 3. Aufl., München 1959, S.194.
- WEISS, J.: Über das Gießen von Goldeinlagen, Ztschr. Stomat. 30, 387-400 (1932).
- WETTERSTRÖM, E. T.: Typical Demonstration of Proper Spruing, The Ther-motrol Technician, 13, 3 (1959), Ref. in: Die Quintessenz, 10, 29 (1959).

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Priv. Doz. Prof. Dr. Dr. Peter Rieth für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die wertvollen Anregungen und Herrn Dr. E. Wagner (Firma DEGUSSA) für seine stete Hilfsbereitschaft bei allen während der Abfassung der Arbeit entstandenen Problemen herzlich zu danken.

Herrn Dr. Lange, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz (Direktor: Prof. Dr. Dr. S. Koller) danke ich für die freundliche Hilfe bei der statistischen Auswertung.



LEBENS LAUF

Am 14.10.1931 wurde ich als Sohn des Beamten Howassap Howassapian und seiner Ehefrau Hoorisad, geb. Mardrossian in Arak/Iran geboren.

Von 1937 bis 1944 besuchte ich dort die Armenische Volksschule. Von 1945 bis 1952 besuchte ich ebenfalls in Arak das Pahlavi-Gymnasium und bestand dort im Jahre 1951 das erste und 1952 das zweite Abitur (Reifeprüfung).

Anschließend arbeitete ich ein Jahr bei Herrn Dr.med.dent. B.Schahgaldian in Teheran und trat 1953 in die Offiziersschule und Armee ein.

Nach Abschluß meines Militärdienstes 1955 arbeitete ich wiederum zwei Jahre bei dem obengenannten Zahnarzt.

1957 kam ich nach Deutschland, um in Mainz an der Johannes Gutenberg-Universität Zahnheilkunde zu studieren.

Vor dem Prüfungsausschuß der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz bestand ich am 31.10.1960 die Zahnärztliche Vorprüfung mit der Note "gut" und am 5.3.1963 das Zahnärztliche Staatsexamen mit der Note "gut".

